Revue générale des Sciences

pures et appliquées

et Bulletin de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences

T. LX. Nos 5-6 1953

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

L'acte de liaison et sa portée

En recourant, pour le déterminer, aux deux distances avec signe d'un point à deux axes rectangulaires, Descartes a consommé, de la manière la plus typique, un *acte de liaison* entre la géométrie et l'algèbre. Puis Lagrange a lié au champ des opérations analytiques usuelles l'étude des mouvements dont de nombreux dispositifs à liaisons sans frottement sont susceptibles. Sans multiplier les exemples, on pressent la valeur de l'acte de liaison, en général : le chercheur avisé s'essayera très vite sur le stade d'une *science de liaison*, c'est-à-dire en échanges permanents avec plusieurs autres.



L'optique détient ici un privilège. Sans la lumière ou sans les rayonnements variés qui la rappellent, on serait dans l'ignorance totale des corps ou amas célestes les plus lointains. Même situation en physique corpusculaire. Pour en juger, il faut repenser l'évolution récente des sciences physiques depuis Maxwell et la liaison ondes lumineuses, ondes électro-magnétiques ; évolution si fortement décrite dans « *la Physique nouvelle et les quanta* », Flammarion, 1937. Partant de cette base, on tirera profit des richesses d'un nouvel ouvrage, dédié à l'auteur du précédent par ses disciples et aussi, par ses collègues français ou étrangers, à son soixantième anniversaire. Suscité par André George et illustré par lui d'un bref et émouvant portrait, ce livre jubilaire évoque beaucoup de souvenirs (le duc de Broglie, Mauguin, Borel, Destouches...). Il s'intitule *Louis de Broglie, physicien et penseur* (1).

(1) Un in-8 de 500 p. dans la Coll. *les Savants et le Monde*, d'André George, Albin Michel, 1593. 870 francs.

L'article de Max Born introduira d'emblée à la présente esquisse, car en appelant *principe de synthèse* « la puissante tendance de l'esprit à simplifier et à unifier l'image physique du monde », l'auteur prend un intérêt primordial, bien qu'implicite, à l'acte de liaison. Acte qui s'accomplit, au rythme des efforts théoriques actuels, avec une hardiesse toujours accrue. Lorsque Einstein eût lié propagation lumineuse, inertie de l'énergie, effets gravitationnels à des géométries associant temps et espace, on crût toucher à l'unité. Mais à côté des phénomènes qui militaient pour les ondes lumineuses, l'effet photo-électrique et l'effet Compton venaient plaider corpuscules. Situation étrange, où le contradictoire semblait triompher. Et pourtant, on voyait s'affirmer le comportement alterné des rayons X, les apparentant parfois à l'onde électromagnétique (effets de diffraction observés depuis 1912), parfois à l'entité particule (absorption par effet Compton, 1923). Louis de Broglie a su voir là deux aspects, produits séparément au gré des conditions de l'expérience : dès lors fallait-il associer désormais le point de vue des ondes et celui des corpuscules. C'est la clé de ce que Max Born appelle en ces pages « la grande synthèse », pour désigner un acte global de liaison qui allait jouer un rôle considérable. Sur le plan conceptuel, elle en préparait beaucoup d'autres, par l'entremise de la théorie mathématique dont elle annonçait le développement. Or cette théorie menait aux *relations d'incertitude* et à l'*indéterminisme quantique*. D'une manière fatale, elle ouvrait ainsi la porte à l'idée de *complémentarité* au sens de Bohr. Aussi bien, comme le souligne A. March à propos du concept de substance, le renoncement à la *particule élémentaire* douée d'un minimum de propriétés substantielles, concept caduc dès que l'électron se comporte comme une onde, n'allait-il pas s'imposer ? Et pourtant, il ne fallait voir en tout cela aucune crise dangereuse pour l'équilibre de la pensée scientifique. Dès 1925, Einstein recommandait à un de ses disciples la Thèse de Broglie : « Lisez-là, si elle peut paraître folle, elle est solide ! » En fait, comme le rappellent I. et F. Joliot-Curie, on a pu dans cette voie éclairer des phénomènes connus, mais de plus résoudre assez vite les difficultés arrêtant, vers 1926, la Physique nucléaire. Il se peut même, dit Yukawa, qu'à bon droit, l'idée primitive de cette mécanique s'étende bien au-delà du cadre mathématique actuel de la théorie : « Les relations entre l'énergie et le moment d'une particule, d'une part, la fréquence et le nombre d'ondes de l'onde associée au mouvement de la particule, de l'autre, sont si fondamentales qu'elles peuvent fort bien survivre, même si l'actuelle théorie du champ doit être plus ou moins vite remplacée par quelque théorie plus adéquate, où une particule élémentaire ait vraisemblablement à posséder sa propre structure interne. » Or, un tel changement de décor n'est pas exclu, si l'on songe aux étapes antérieures. Ainsi que De Broglie l'expose lui-même en remerciant ses partenaires, on avait dû, en Mécanique ondulatoire, comme dans

l'Optique de Fresnel, considérer des ondes continues sans singularités dont l'intensité donnait partout la probabilité de présence du corpuscule. Pour concilier cette idée avec celle d'un corpuscule, tenant rôle de singularité permanente sur le front d'une onde étendue, De Broglie, partant des équations, avait émis, à la suite de remarques d'Einstein (1909), l'hypothèse de deux solutions couplées, l'une ayant la singularité, siège du corpuscule sur l'onde, l'autre réduite à un aspect statistique du déplacement d'un nuage de corpuscules. La difficulté de passer de là à un énoncé précis l'amenait vers 1928, abandonnant son *onde-pilote*, à se rallier à l'interprétation probabiliste. Mais des travaux de D. Bohm et J. P. Vigier ayant reposé le problème, on compare à nouveau les chances d'une conception déterministe, capable de lier à la mécanique relativiste la mécanique quantique et celles d'une conception indéterministe, à laquelle veut s'en tenir W. Pauli, pour qui l'idée de la complémentarité donne le seul guide admissible. Pour L. Rosenfeld, mieux vaut ne pas ressusciter aujourd'hui, après Einstein et De Broglie, l'idée de la double solution, puisque la crise s'est résolue sur un plan plus élevé de la théorie de la connaissance. Discuter ce qu'il advient, à l'échelle corpusculaire, de la *réalité physique*, souci commun à Marie-Antoinette Tonnelat et W. M. Elsasser, atteste de la part prise ici par la philosophie : conséquence, note H. Reichenbach, de la révision, imposée par certaines découvertes, des principes fondamentaux de la science. Mais alors la sagesse n'est-elle pas de prolonger, à l'exemple d'un Einstein ou d'un Schrödinger, l'attentisme dont ils font preuve au début de ce livre ?

Après ces aperçus, il resterait beaucoup à dire des apports de la Mécanique ondulatoire en diffraction et microscopie électroniques (G. Dupouy, J. J. Trillat, Gabor), ou, en maint chapitre nouveau de la chimie physique (Daudel) ; et beaucoup à méditer sur la difficile théorie broglienne du photon et le rôle des particules élémentaires, thème donnant lieu à un exposé d'ensemble de G. Petiau, encadré entre des études de W. Heisenberg, H. Yukawa, H. A. Kramer et du regretté B. Kwal.

A. Einstein et sa collaboratrice B. Kaufmann ont étudié, dans son état actuel, la théorie générale de la gravitation ; J. Thibaud a émis, sur les distributions radio-actives, des vues originales, Mémoires variés de J. Davisson, L. Brillouin, von Weizsäcker, F. London, N. F. Mott, O. Costa de Beauregard, sur plusieurs thèmes quantiques.



Pour retrouver l'idée principale de cette chronique, cela sans souci d'épuiser la longue liste des hommages à De Broglie, il faut encore mentionner les vues de Sir Ch. Darwin sur la découverte

scientifique, favorisée par la tendance à préférer ce qui se présente à ce qu'on espérait trouver, et plus encore, les réflexions de G. Julia sur les progrès comparés des mathématiques et de la physique en France, après 1815 ; en face d'Ampère (électromagnétisme) et Fresnel (optique ondulatoire), est donc analysé le dynamisme des créations rénovatrices d'Evariste Galois et d'Augustin Cauchy. Au premier, de l'avis de Jordan (*théorie des substitutions*), il appartint de montrer qu'à chaque équation répond un groupe reflétant ses caractères et décidant de sa résolubilité par des équations plus simples. G. Julia montre ici l'ascension de Galois vers la généralité, à partir des percées de Lagrange, Gauss (équations binômes), Abel (irrésolubilité par radicaux de l'équation de degré 5), et enfin de Cauchy, qui avait amorcé l'étude des substitutions. « Les découvertes de Galois, dit-il, se sont épanouies en une théorie générale des groupes abstraits, dont les applications, transportées en analyse et en géométrie et conjuguées avec les découvertes de Cauchy, ont donné une théorie des groupes des équations différentielles et aux dérivées partielles, ainsi qu'une théorie des groupes de transformations. Elles sont devenues comme une *méthode à penser*, une méthode d'organisation des mathématiques, où l'on recherche partout les *structures de groupe.* » Rendement sans égal d'une vie si courte (1811-32) !

De son côté, dès 1821, Augustin Cauchy, âgé de trente-deux ans, a publié « le premier exposé rigoureux des principes élémentaires de la théorie des fonctions d'une variable complexe avec les notions précises de limite, de continuité, de convergence. »

Il prolongera cela pendant plus de vingt ans, dotera le calcul d'un puissant outil, le théorème des résidus, et par son idée des séries majorantes, rattachera les équations différentielles à ce corps de doctrines ; sa première démonstration d'existence des intégrales connue par ses leçons (rédaction Moigno, 1844) et simplifiée par Lipchitz a préparé les travaux d'Emile Picard sur la méthode des approximations successives, devenue l'une des plus puissantes de l'analyse.



Ces emprunts à Gaston Julia, où l'on mesure d'une manière nette bien qu'implicite la portée d'actes de liaison, produits à une tonalité que les grands pionniers peuvent seuls atteindre, m'attirent vers un autre livre, très représentatif des tendances actuelles. Ce sont les *Pages choisies d'analyse générale*, où l'on trouvera réunis divers textes importants de Maurice Fréchet (1). Tandis que, dans l'analyse fonctionnelle, on étudie les propriétés infinitésimales des fonctions numériques d'un élément variable qui peut être une fonction

(1) Un vol. 16 × 25 dactylographié de 215 p. Coll. de Logique math., de Mme P. Destouches, février, Gauthier-Villars, 1953. Prix : 2.000 fr.

ordinaire, une ligne, une surface, on s'intéresse, dans l'analyse générale, à la fonction prise au plus haut degré de généralité, en tant que correspondance : d'après cela, à chaque détermination d'une variable *abstraite* (ce qui signifie sans plus : de nature non fixée a priori) on associe une détermination d'une seconde variable abstraite, en dépendance de la première. Abordant le sujet de cette manière, on sera naturellement conduit à développer une théorie qui contient l'analyse classique et l'analyse fonctionnelle comme des cas particuliers. Maurice Fréchet s'est donc attaché, pour des éléments abstraits, à définir les notions de voisinage, de limite, de distance, de continuité : ce qui ne peut aller sans introduire diverses conditions. On aura soin toutefois de les adapter aux nouveaux problèmes de la Science, et il sera souvent opportun de retrouver des trames déductives déjà courantes en des questions familières d'analyse ou de géométrie. D'ailleurs, l'analyse générale table sur la théorie des espaces abstraits, ce qui conduit à élargir, en l'élucidant mieux, l'importante question des principes de la géométrie.

L'auteur est parvenu, par des prélèvements adéquats sur ses mémoires originaux et par quelques addenda (surtout bibliographiques) à offrir aux mathématiciens une synthèse des plus intéressantes. Loin de constituer un matériel s'ajoutant à ceux des autres traités, ce nouveau livre donne au lecteur le moyen de reprendre beaucoup de questions classiques à leurs principes et ainsi, d'épargner un temps considérable. Facilité par les recherches des ensemblistes modernes, un tel exploit n'eût cependant pu se produire sans une ardeur spéciale à repenser en grand les fondements des mathématiques : un fois écartées les liaisons traditionnelles, il fallait ici, chose très typique, retrouver après coup *les actes de liaisons les plus opportuns*, avec l'appui d'ailleurs partiel, voire assez fragmentaire, de ce que pouvaient apporter les aménagements antérieurs et leur histoire. Le point de vue de Fréchet a suscité ce renouveau mondial, évoqué par plusieurs savants en l'année 1951 du *Bulletin de la Société mathématique de France*, et dont un aspect familier à tous est aujourd'hui fourni par la géométrie des distances de K. Menger, appelée aussi *Allgemeine Metrik*.

***

Les distances qui me séparent de la biologie ne me permettent pas d'étendre, autant qu'il faudrait ici, le champ des exemples. Je voudrais cependant relater l'évolution d'un mathématicien qui s'illustra dans l'étude de plusieurs théories difficiles, et notamment du problème de Dirichlet, *en termes ensemblistes*, c'est-à-dire pour le domaine le plus général, dans le plan ou dans l'espace euclidien. La recherche, dans un tel domaine, d'une fonction harmonique, prenant des valeurs données sur la frontière, sauf pour un lot de points exceptionnels dont l'importance globale reste à délimiter, appelait une analyse délicate. Norbert Wiener découvrit, voici quelque trente

ans, les liaisons décisives entre la notion même de ces points et la *capacité électrostatique* d'un ensemble, qu'il précisa pour la circonstance. Sans ralentir son œuvre de création déductive, il s'est mis à collaborer avec des savants de spécialités diverses, pour fonder ce qu'il a nommé la *Cybernétique*, sorte de théorie générale des moyens de commande et de transmission. On appréciera sa prodigieuse facilité d'adaptation, dont témoignent aussi ses dons linguistiques universels englobant l'Extrême-Orient, par son nouveau livre *Cybernétique et Société* (1) où il renonce, en faveur d'un public étendu, à l'appareil mathématique sur lequel il avait appuyé, en vue de ce sujet, ses exposés antérieurs. On saura gré à l'auteur, en dépit du caractère parfois tranché de ses idées, d'être « vraiment nature » et de représenter à un haut degré le savant bon enfant (quelquefois enfant terrible...), sachant planer, et de très haut, au-dessus des querelles internationales ; vertu rare et qu'on souhaiterait voir s'étendre de l'Europe à l'Asie, en franchissant les monts Oural.

Son livre ne parle pas seulement, avec autorité, du langage et de son histoire. Il signale, déjà réalisés, ou prépare à brève échéance des actes de liaison d'une grande portée : quelques-uns touchent par exemple à l'art de guérir, cela par recours à des dispositifs qui rendent espoir aux infirmes, aux aveugles, aux sourds. Plus largement, il est traité de la destinée de l'homme face aux machines parahumaines !



Malgré tout le sérieux qui s'impose en pareille matière, je ne saurais en terminant, oublier d'adjoindre à ma documentation un livre d'un autre caractère. C'est celui de G. Gamow : *Monsieur Tompkins au pays des merveilles* (1), qui promène le héros, un employé de banque, en un pays des merveilles relativistes et quantiques. Acte de liaison qui, appuyé par l'humour, développe le sens critique du lecteur, en lui montrant le caractère conventionnel des bases classiques et les divergences qui s'offrent entre les idées ordinaires et celles introduites par la physique moderne, si négligeables puissent-elles sembler dans la vie courante ! Imaginer d'autres mondes, aux lois physiques voisines du nôtre, mais avec d'autres valeurs des constantes physiques, voilà qui rapproche de l'arrière-plan caché du véritable monde où nous vivons.

Et ces pages profondes inciteront peut-être quelques jeunes à se libérer d'une étreinte excessive du formel.

Georges **BOULIGAND**.

(1) Un in-16 jésus, de 295 p., avec fig. Edit. des Deux-Rives, 1953. 650 fr.
(1) 102 p. 18 × 23, avec 29 illustrations, 1953. Broché : 480 fr.

P. S. — A la correction des épreuves de cette chronique, nous parvient un premier fascicule d'une collection d'ouvrages, par Mme Destouches-Février, sous ce titre : *les grands problèmes des Sciences.* Il s'intitule : *la physique quantique restera-t-elle indéterministe ?* (1). M. Louis de Broglie, qui en est l'auteur, y a réuni, avec ses vues personnelles, un certain nombre de documents, les uns assez proches de sa Thèse, et les autres plus récents. Il les a fait suivre d'un exposé d'une vingtaine de pages d'un jeune théoricien de la Physique, son disciple Jean-Pierre Vigier, « contenant un résumé très clair de ses idées au sujet de la réconciliation possible entre la théorie des quanta et la théorie de la relativité généralisée, donnant un aperçu des efforts que ce jeune savant poursuit avec beaucoup d'ardeur et d'originalité de pensée ». Je signale sans attendre cette synthèse substantielle, qui réunit diverses notes et publications décisive du fondateur de la Mécanique ondulatoire et de son nouveau disciple. A la suite de conférences récentes et d'articles de la Revue Philosophique, ce livre est certain de recueillir l'attention d'un public averti et déjà fort large. Il épanouit le thème privilégié de discussions sur lequel la première partie de l'esquisse des pages précédentes a déjà mis l'accent.

Un vol. 16 × 25 de 113 pages. Gauthier-Villard, Paris 1953. Prix : 1.500 francs.

Louis LAPICQUE (1866-1952)

L'œil vif, la réponse prompte, l'esprit toujours alerte, on ne pouvait croire quand on voyait Louis Lapicque assis dans son fauteuil, chez lui, ou sur sa chaise, à son laboratoire, manipulant de ses mains adroites, penché sur ses expériences, que la mort aurait raison de cet homme de 86 ans. Il avait eu et gardait encore tant d'autorité.

Il aimait le laboratoire de physiologie de la Sorbonne où débuta sa carrière et où il la termina. Né à Epinal, en 1866, il n'avait pas trente ans quand Dastre lui confia la maîtrise de Conférence de physiologie générale de la Sorbonne. Il quitta la Sorbonne en 1911 pour devenir professeur au Museum, puis en 1919, revenait à la Sorbonne comme titulaire de la chaire de physiologie générale.

Il dépensa à la Faculté des Sciences une activité prodigieuse, se partageant entre son enseignement et ses recherches personnelles, suscitant les travaux d'un très grand nombre de chercheurs français et étrangers, formant des élèves dont plusieurs, comme il le disait, ont aujourd'hui un nom dans la science.

L'œuvre scientifique de Lapicque est considérable. Il est en effet incapable de se confiner dans un secteur étroit. « Je ne prétends nullement connaître tout de l'histoire naturelle, écrit-il, mais toute

l'histoire naturelle m'intéresse. » Venu à Paris pour suivre l'enseignement médical, il cherche à élargir son champ d'action, fréquente le Museum, puis la Faculté des Sciences. Mais ce qui frappe dans l'œuvre de Lapicque, c'est que malgré la diversité de ses travaux, il creuse avec persévérance et n'aborde pas un problème sans y apporter des notions nouvelles suffisamment importantes pour devenir classiques. Esprit curieux, il sait saisir les occasions et quand s'offre à lui celle de faire un voyage de quinze mois autour de l'Océan Indien, il accepte immédiatement, interrompant une recherche sur le fer où « il avait déjà accumulé des centaines et des centaines de dosages ». Puis comme ce voyage ethnologique présente une lacune, il n'hésite pas, dix ans plus tard, à retourner aux Indes pour compléter son travail. Il entreprend de contrôler directement et de relier entre elles les observations disparates que l'on possédait sur la question négrito, il peut montrer qu'à l'origine il y eut une race nègre unique ayant possédé autrefois un habitat continu de l'Afrique à l'Océanie. Amené à faire de l'anthropométrie pour la comparaison des négritos et des nègres ordinaires, il crée un indice nouveau : l'indice radio-pelvien de Lapicque, devenu classique pour les anthropologistes.

Au retour de son premier voyage, il reprend ses recherches sur la mutation du fer chez les vertébrés utilisant la méthode de dosage qu'il avait mise au point. Cette méthode qui permet de doser un milligramme de fer à 2 % près s'emploie encore et peut rivaliser avec les procédés récents les plus sensibles.

Ses recherches sur les besoins alimentaires datent aussi de son premier voyage au cours duquel il observe l'influence du climat sur la ration alimentaire de l'homme. Et depuis il n'a jamais cessé de s'intéresser à ces questions. Je ne fais que signaler cette nouvelle notion introduite par lui, « la marge de la thermogénèse » qui figure dans les livres de physiologie élémentaire et est enseignée à tous les étudiants. Il fixe la valeur du minimum d'azote indispensable à l'homme, diminuant le chiffre primitivement établi et son chiffre de 1 gramme de protides par jour et par kilo de poids corporel a été maintenu par les commissions compétentes lors des restrictions alimentaires des deux guerres.

Pendant la première guerre il montre la valeur nutritive du son qui contient, outre l'enveloppe théorique du blé, une proportion importante de farine alimentaire et préconise d'augmenter le taux d'extraction de la farine. Pendant cette même guerre, il s'occupe d'algues marines dans un but utilitaire, pour nourrir nos chevaux de cavalerie dont le ravitaillement était devenu problématique. Il montre que les laminaires constituent en automne des réserves importantes de glucides digestibles et qu'elles peuvent remplacer l'avoine même pour les chevaux en travail dur. Ce fait curieux de la variation saisonnière de la composition chimique de ces végétaux, le remplacement dans 1 kilo de plantes vivantes de 12 à 15 grammes de sels par 80 à 100 grammes de sucre attire son attention sur le problème de l'équilibre osmo-

tique entre la cellule et son milieu. Il fait une série d'observations remarquables sur ces algues marines, collections de cellules juxtaposées visibles au microscope sans préparation préalable. Ne pouvant expliquer ses constatations par la doctrine classique de l'osmose, il reconnaît l'existence dans la cellule d'une fonction vitale, dépensant de l'énergie pour surmonter les équilibres physiques comme une pompe surmonte les équilibres hydrostatiques et il appelle cette fonction « épictèse ».

Un tel travail, apportant des résultats aussi importants, dont je ne donne qu'un aperçu incomplet suffirait à lui seul à remplir honorablement toute la vie d'un savant. Il ne constitue cependant pas l'œuvre maîtresse de Lapicque. Qui ne connaît ses recherches fondamentales sur le système nerveux et le muscle. Elles ont débuté par des études pondérales sur l'encéphale, il trouve la relation entre le poids cérébral et le poids corporel, il aboutit à une modification de la loi de Dubois, ce qui lui permet d'expliquer ce qui lui paraissait des anomalies, en particulier le coefficient de céphalisation différent de l'homme et de la femme.

Mais la plus grande partie de son activité a porté sur l'étude de l'excitabilité nerveuse et musculaire. Son nom reste attaché au mot « chronaxie », cette caractéristique de la rapidité fonctionnelle d'un tissu et en particulier du muscle et du nerf. Cette constante de temps, facilement mesurable est la traduction pratique de cette belle découverte de Lapicque, que la loi de l'excitabilité est la même pour tous les tissus, mais ne diffère que par l'échelle des temps. Il montre qu'un muscle strié a la même chronaxie que le nerf qui le commande (isochronisme), fait important puisqu'un désaccord entre les chronaxies (hétérochronisme) empêche la transmission de l'excitation du nerf au muscle. Il aboutit en se basant sur ces faits expérimentaux à une théorie sur le fonctionnement des centres nerveux, l'aiguillage des influx au niveau des centres conditionné par les chronaxies. Mais des voies déterminées par ces chronaxies qu'on peut appeler de repos, doivent être susceptibles de changements, des aiguillages secondaires se forment. Et, en effet, l'excitabilité d'un neurone est loin d'être indépendante. Un neurone peut agir sur d'autres neurones pour modifier leurs chronaxies. Il peut y avoir, l'expérience l'a montré, modification des chronaxies des neurones périphériques sous l'influence des neurones céphaliques ou des neurones céphaliques par action des neurones périphériques, il existe des phénomènes de subordination.

Je ne puis que signaler l'importante contribution apportée par Lapicque à l'étude des nerfs sur lesquels il faut répéter plusieurs fois, à de brefs intervalles, le stimulus pour mettre en jeu l'appareil physiologique auquel ils se rendent. Il a donné à ces nerfs le nom de nerfs itératifs.

L'œuvre est immense, elle consacre toute une vie de labeur, Lapicque a travaillé sans répit jusqu'à la fin de sa vie. Il a rédigé des livres importants où il expose ses théories. Il les a exposées aussi dans

des chapitres de divers traités, tels le « Muscle » dans le traité de physiologie de Roger-Binet, « La Physiologie générale du Système nerveux », dans le traité de psychologie de Georges Dumas. Dans tous ses écrits, on retrouve son style sobre et élégant et la forte empreinte de sa personnalité.

Il ne craignait pas d'abandonner des théories qu'il avait temporairement admises pour suivre sa pensée en perpétuelle évolution. Il reprit au cours de ces dernières années l'étude du curare, remis à l'ordre du jour par la chirurgie actuelle. Les résultats de ses expériences et de ses réflexions sont consignés dans les comptes rendus de l'Académie de Médecine. Il suivit les nouveaux progrès de la science, s'intéressa à la cybernétique, il ne put identifier l'animal à une machine et exclure une conscience qui, pour lui, est une propriété commune à toutes les cellules. Il exprime ses idées à ce sujet dans quelques notes à l'Académie des Sciences et dans un article de la *Revue des Deux-Mondes* paru peu de temps avant sa mort.

Ayant acquis par ses travaux une renommée mondiale, membre de l'Académie de Médecine, membre de l'Institut, Docteur *honoris causa* de nombreuses facultés étrangères, arrivé au comble des honneurs, il restait l'homme simple qui accueillait aimablement le visiteur, recevait et écoutait avec bienveillance le jeune travailleur, discutant avec lui de ses expériences, lui suggérant des hypothèses de travail, frappant son esprit par une image, ces images dont il constellait ses cours. Pour n'en citer qu'une, n'a-t-il pas dit et écrit afin de montrer le faible métabolisme du système nerveux : Déterminer le métabolisme du système nerveux au milieu des mutations énergétiques de l'ensemble du corps, « autant vaudrait chercher l'acide carbonique respiratoire des chauffeurs dans la cheminée du paquebot ».

Cet homme de grande envergure, du point de vue scientifique, était aussi un grand caractère. Il défendit toujours avec énergie ce qui lui paraissait vrai et juste. En 1914, il partait au front désireux de participer activement au combat. Il en revint avec la Légion d'honneur et une glorieuse citation. En 1940, il ne craignit pas de résister à l'envahisseur, ce qui lui valut arrestation et prison.

On ne peut évoquer la vie de Lapicque sans y associer le nom de M[me] Lapicque, sa collaboratrice de tous les instants, qui contribua pour une part importante à cette vie exemplaire, tant au point de vue scientifique que moral.

Catherine VEIL,

Chef de Travaux
à la Faculté des Sciences de Paris.

DU NOUVEAU SUR LES ÉCHELLES D'ESPACE ET DE TEMPS DANS L'UNIVERS[1]

par Paul COUDERC

I. — Une nouvelle échelle d'espace pour l'Univers

L'astronome W. Baade, du Mont Wilson et du Mont Palomar, a annoncé à Rome que toutes les distances attribuées aux nébuleuses extragalactiques, aux galaxies, devaient être multipliées par deux. On imagine la sensation produite sur l'auditoire, qui comprenait les plus éminents spécialistes de la cosmologie — et qui ne s'attendait pas à ce coup de théâtre.

Les conséquences du fait nouveau sont très grandes. Mais il convient d'abord de justifier la découverte.

La distance des objets lointains repose sur l'établissement du *module* de distance, $m - M$, m, magnitude *apparente* de l'objet (résultat d'observation), M magnitude *absolue* de l'objet (nombre fixé par avance, d'après la nature de l'objet).

Hubble a établi la distance des galaxies les plus *proches* de la nôtre, au moyen des *modules* des Céphéides, qu'on y découvre en grand nombre. Ces distances relativement courtes étant établies, on a pu calibrer les étoiles *supergéantes* (plus puissantes que les Céphéides) de ces galaxies voisines et se servir de ces supergéantes comme d'étalons, pour établir l'éloignement des galaxies où l'on aperçoit encore ces supergéantes (mais où l'on ne voit plus les Céphéides).

Enfin, pour les galaxies *non résolues* (où aucune étoile, fût-elle supergéante, ne se discerne), on a pris comme critère la magnitude absolue de chaque galaxie, *considérée comme un tout*. Dans les *amas* de galaxies voisins de nous, dont la distance est supposée bien établie par la méthode des étoiles standard, on a constaté que l'état absolu des galaxies les plus belles est toujours à peu près le même. (Tout comme, pour une ville quelconque de France, les individus les plus grands de la ville ont une taille voisine de 1m90 par exemple.) Cela étant, pour les amas lointains, on attribue à leurs quatre ou cinq galaxies les plus brillantes l'éclat qu'indiquent les amas voisins ($M_{pg} = -17$, en moyenne).

---

(1) Conférence faite à la Société Astronomique de France (Siège Social : 28, rue Serpente), le dimanche 16 novembre 1952.

Je n'insiste pas sur ces techniques de calibrage de proche en proche, qui vous sont certainement familières dans leur principe. Mais l'exactitude de l'échelle des distances ainsi établie repose sur l'exactitude des premières mesures, c'est-à-dire sur la loi des Céphéides.

Les Céphéides sont des étoiles d'éclat variable, dont la *pulsation* est remarquablement constante en durée. La période de la variation d'éclat, selon l'astre considéré, est de l'ordre de deux jours, de cinq jours, de vingt jours, ou même davantage.

Miss Leavitt et Shapley ont découvert, en étudiant un millier de Céphéides dans le Petit Nuage de Magellan, une loi célèbre : plus la Céphéide est grosse, plus lentement elle oscille. (Analogie : plus un pendule est long, plus lentement il oscille.)

La relation exacte entre la *période* d'oscillation de la lumière et l'*éclat* de l'astre a été résumée par une courbe que voici (fig. 195). La forme de la courbe est très sûre. Ce qui l'est moins, c'est la graduation de l'échelle verticale sur la droite ; car *aucune* Céphéide n'est assez proche du Soleil pour qu'on ait pu déterminer sa distance (donc son éclat intrinsèque) par une méthode trigonométrique rigoureuse. Les Céphéides sont des supergéantes très rares, et nous n'en avons trouvé aucune dans notre coin de Galaxie. Pour ainsi dire, il nous manque un *clou*, planté dans le diagramme, pour y accrocher notre courbe à la bonne hauteur. Par des méthodes indirectes, des prodiges d'ingéniosité et quelques acrobaties (il faut l'avouer), on a fixé ce clou, tant bien que mal (pas très bien, hélas ! nous l'allons voir).

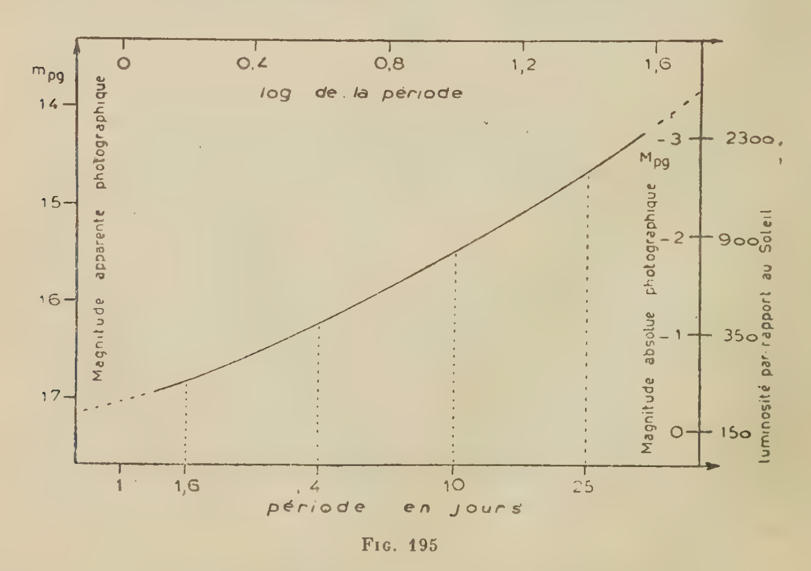


Fig. 195

Relation période-luminosité des Céphéides.
(L'échelle de gauche correspond au Petit Nuage de Magellan.)

En particulier, on a fait appel aux Céphéides à courte période (de 7 heures à 20 heures — moins d'un jour) que l'on découvre en grand nombre dans les amas globulaires et dans la Voie Lactée (surtout dans la direction du centre galactique). Ces Céphéides à courte période sont dites du type *RR Lyræ* (la mieux connue de ces variables) et cette dénomination est préférable. Car, entre la plus lente des RR Lyræ et la plus rapide des Céphéides classiques, il existe une discontinuité assez nette. Et l'on ne trouve *pas une seule* variable RR Lyræ dans les deux nuages de Magellan où pullulent les Céphéides classiques. Nous savons, depuis peu, que ces objets appartiennent à deux *populations* stellaires dissemblables. Les Céphéides classiques caractérisent une population I. Les RR Lyræ caractérisent une population II.

Les RR Lyræ sont aussi des géantes, mais moins puissantes et moins rares que les Céphéides et il s'en trouve quelques-unes à notre portée — ou presque. Il a été plus facile d'établir leurs distances et de constater que leur magnitude absolue, M, est voisine de *zéro* (éclat cent fois plus grand que le Soleil). Ce résultat est encore considéré comme correct. Malgré la dissemblance des habitats, Shapley, dès 1918, a cru pouvoir raccorder les RR Lyræ aux Céphéides et se servir des RR Lyræ pour *étalonner* la relation période-luminosité, pour « en fixer le zéro », comme disent les expérimentateurs.

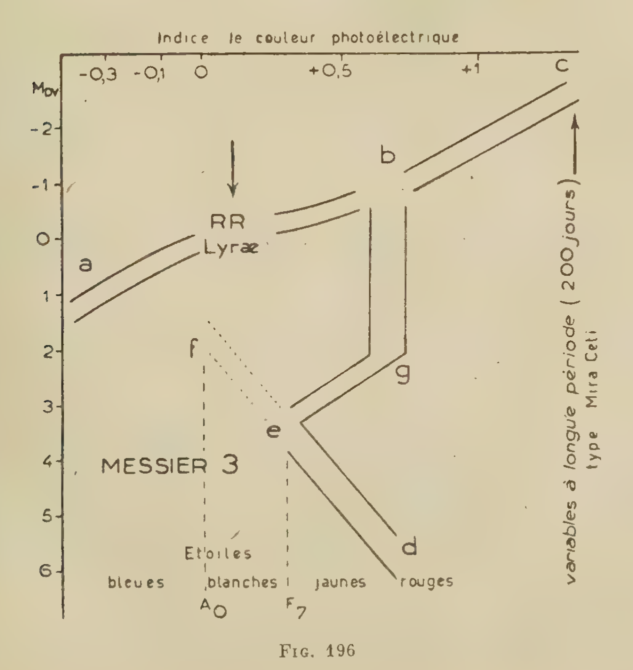


Fig. 196

Diagramme type spectral-luminosité pour les étoiles de l'amas globulaire Messier 3.

Cela étant, faute de mieux (et avec des inquiétudes plus ou moins avouées) (les astronomes, depuis trente ans, utilisent les Céphéides dans leurs sondages. Les résultats étaient tenus pour corrects à 15 % près (je l'ai moi-même écrit, et dit, assez souvent...).

Considérons maintenant notre splendide voisine, la spirale Messier 31 d'Andromède, avec ses satellites ellipsoïdaux, Messier 32 et NGC 205. D'après l'examen d'un grand nombre de Céphéides de M. 31, les ouvrages récents lui attribuent un éloignement de 750 000 ou 800 000 années-lumière. Mais M. 31 est assez basse sur l'horizon galactique, si j'ose dire, et nous la voyons à travers un voile de poussière. Une étude plus approfondie de l'extinction de la lumière dans cette direction a conduit récemment les experts à préférer le module :

$$m - M = 22{,}4$$

c'est-à-dire à reculer Messier 31 et son groupe à une distance de très peu inférieure à 1 *million* d'années-lumière.

Dans ces conditions, les RR Lyræ de ces trois galaxies devraient nous apparaître sous la magnitude photographique $m = 22{,}4$, puisque leur magnitude absolue est $M = 0$, environ.

Le télescope de 2m54 du Mont Wilson n'atteint qu'à $m = 21{,}5$: il n'est donc pas étonnant qu'on n'ait pas vu ces RR Lyræ sur les clichés du Hooker Telescope. Mais le télescope de 5m08 du Mont Palomar fait, en principe, gagner 1,5 magnitude et peut atteindre $m = 23$. Donc les RR Lyræ auraient dû figurer sur les clichés du Hale Telescope, pris par Baade dans cette intention. *Le fait est qu'on ne les y trouve pas.*

Ces étoiles sont au delà des possibilités du télescope géant. Donc le module de distance de Messier 31 est faux : la valeur accrue $m = M = 22{,}4$ est encore trop petite ; le module est nécessairement supérieur à 23. Supérieur, et de combien ?

Une subtile étude de Baade, concernant les populations II, donne la réponse.

Dans la population II des amas globulaires, les étoiles RR Lyræ sont loin d'être les astres les plus brillants (fig. 196). Il existe des géantes rouges nettement supérieures et, parmi ces géantes rouges, on trouve des *variables à longue période*, du type *Mira Ceti*, qui présentent des raies d'émission dans leur spectre (spectre M*e*, disent les spécialistes). Baade a établi que ces variables M*e*, du type Mira, dans une population II, ont des périodes voisines de 200 jours seulement. Dans une population I, les périodes peuvent atteindre le *double* (400 jours).

Baade a montré enfin que ces variables rouges M*e* sont plus brillantes que les RR Lyræ, *visuellement*, de 3 magnitudes (cf. fig. 196)

et, *photographiquement*, de 1,5 magnitude. Autrement dit, leur magnitude absolue photographique est $M_{pg} = -1,5$.

Et voici la fin d'une longue histoire.

Sur les plaques où les RR Lyræ des galaxies d'Andromède n'apparaissent pas, Baade a découvert les variables de 200 jours, du type Mira ; elles s'y montrent précisément avec la grandeur apparente :

$$m_{pg} = 22,4$$

Nous avons dit que pour ces étoiles $M_{pg} = -1,5$.
Le module de distance de Messier 31 et de ses satellites est donc :

$$\boxed{m - M = 23,9}$$

La distance du groupe est doublée et devient deux millions d'années-lumière (environ).

Les Céphéides classiques avaient donc leur magnitude absolue sous-estimée de 1,5. Leur éclat intrinsèque est quatre fois plus grand qu'on ne croyait. Leurs distances sont à multiplier par deux.

Cela ne modifie aucunement les dimensions *intérieures* à la galaxie, qui reposent sur l'examen des RR Lyræ, inchangées.

Mais *toutes* les distances extragalactiques, sans exception, doivent être multipliées par 2, y compris celles des deux Nuages de Magellan.

Conséquences. — 1) Cette découverte multiplie par deux le rayon de l'Univers connu ; cela est déjà grandiose. Mais il est facile d'en déduire d'autres conséquences d'un très grand intérêt.

2) Le diamètre des galaxies est doublé (sauf celui de la nôtre). On tenait déjà Messier 31 pour supérieure, mais de peu, à notre Galaxie. Désormais voici M. 31 *double* de notre Galaxie, et de très nombreux objets vont s'avérer supérieurs à la Galaxie.

Nous n'aurons plus le sentiment, inquiétant par son anthropocentrisme, d'habiter une galaxie monstrueuse, prépondérante, spéciale. Nous retombons, sinon dans la moyenne, du moins dans la norme. C'est avec un soupir de soulagement que nous avons salué la découverte de Baade.

Je dois reconnaître, d'ailleurs, que des précurseurs avaient prêché dans le désert. Dans un manuscrit achevé en mars 1945 (et imprimé dans un numéro tardif des *Annales d'Astrophysique* daté de 1944), Henri Mineur, après une étude statistique des Céphéides et des RR Lyræ, concluait que la magnitude absolue de ces deux classes d'étoiles variables était sous-estimée d'une magnitude entière. (Baade conserve la magnitude des RR Lyræ il est vrai, et sa démonstration repose sur cette fixité et sur le fait que les Céphéides appartiennent à une population différente ; les deux lois de luminosité apparaissent aujourd'hui

comme nettement décalées et c'est là la grande nouveauté.) D'autre part, en 1946, l'astronome Lundmark, répudiant les Céphéides comme suspectes, avait fondé une étude de Messier 31 sur ses Novæ (110), sur ses supergéantes bleues, sur 140 amas globulaires. De ses statistiques, il avait conclu à une distance *double* de la valeur alors admise. Mais Lundmark, à ma connaissance, n'a pas été suivi : plutôt qu'à ses moyennes, les astronomes préféraient se fier aux Céphéides, dont la relation période-luminosité faisait illusion.

Les 140 amas globulaires de M. 31, dans l'ancienne échelle, s'avéraient systématiquement plus petits que les nôtres : maintenant, les voici ramenés au même calibre moyen. Il en est de même pour les Novæ.

3) La densité spatiale est divisée par huit (toutes choses égales, d'ailleurs), mais nous verrons que, là encore, la situation se complique d'éléments nouveaux.

4) La constante h de Hubble relative à l'expansion de l'Univers est divisée par deux. Les vitesses apparentes de fuite des nébuleuses sont inchangées, mais les distances (r) sont multipliées par deux $h \sim \dfrac{V}{r}$.

Donc le temps d'expansion est *doublé*. Vous voyez comment un facteur 2 sur une dimension d'espace apporte un facteur 2 dans l'évaluation des durées.

Cet allongement est le bienvenu : il comble à peu près totalement l'abîme inacceptable qui séparait l'âge de l'expansion (si j'ose dire) de l'âge de la Terre. Nous arrivons maintenant à l'ordre de $3 \cdot 10^9$ ans, pour l'un comme pour l'autre : nous ne nous sentons pas encore très à l'aise, mais la contradiction flagrante s'est estompée. La Terre demeure un os difficile à avaler par la théorie de l'expansion, mais il ne se met plus franchement en travers.

5) On pourrait énoncer beaucoup d'autres conséquences : j'en retiens une, encore. Les *associations stellaires* d'étoiles géantes bleues (associations O) que nous sommes capables d'identifier à la fois dans notre Galaxie et dans les galaxies voisines, semblaient deux fois plus petites (en moyenne) dans ces dernières. Voici les associations O désormais *standardisées*, dans notre coin d'Univers, et cela est très satisfaisant.

II. — Étoiles jeunes et étoiles vieilles. Diversité des processus d'évolution stellaire

Le colloque consacré à l'évolution des étoiles, à Rome, a été d'une richesse telle que ses enseignements pourront longtemps inspirer les spécialistes et servir aussi de thème à de nombreuses conférences d'information. Je me propose de rapporter ici seulement *deux* résultats récents, qui montrent la complexité et la variété insoupçonnées naguère des processus d'évolution.

Le premier concerne des étoiles encore très jeunes, l'autre, des étoiles *mille* fois plus vieilles — comme notre Soleil.

1° *Etoiles jeunes.* — Certaines étoiles supergéantes, des types spectraux O et B par exemple, rayonnent de 10 000 à 50 000 fois plus que le Soleil. La source de leur énergie étant la même, à savoir la transmutation de leur *hydrogène*, elles usent leur stock de combustible à une vitesse extraordinaire. Bien qu'elles soient un peu plus massives que le Soleil, elles doivent s'éteindre (ou changer de régime) en quelques dizaines de millions d'années. Les supergéantes que nous voyons encore sont donc relativement jeunes et ont dû se former à une époque tardive du calendrier terrestre, à l'époque *tertiaire*, par exemple.

Il doit s'en former encore, par agglomération des gaz et des poussières cosmiques qui garnissent l'espace interstellaire dans certaines régions de la Galaxie.

De fait, Bart J. Bok a attiré l'attention sur de petites nébulosités noires et sphériques, assez abondantes dans certains champs et qu'il appelle des *globules*, qu'il tient pour des étoiles en formation. Il existe d'ailleurs des étoiles très froides, dont tout le rayonnement (ou presque) est infrarouge et qui occupent des volumes immenses (par rapport à celui du Soleil) et que l'on peut considérer comme l'aboutissement d'un globule et comme l'entrée de l'objet dans la catégorie « Étoiles ».

Tout cela est fort cohérent, mais il n'en était pas moins souhaitable de pouvoir dater de façon précise la naissance de telles ou telles supergéantes nommément désignées. C'est désormais chose faite.

A la base des recherches récentes, se placent les travaux d'Ambarzumian (U. R. S. S.) sur les *associations stellaires*. Ambarzumian et son école s'intéressent depuis longtemps à des catégories d'astres dotés de propriétés communes, que l'on peut glaner dans certaines régions de la Galaxie, astres plus ou moins perdus au milieu de la population générale, mais dont le groupe, une fois reconnu, apparaît comme possédant une incontestable unité.

Dès 1942, Ambarzumian a annoncé que les *associations* peu denses d'astres des premiers types spectraux O et B devaient être instables et présenter une tendance à l'*expansion*. (Cette propriété locale et dynamique n'a rien de commun avec l'expansion de l'Univers.)

Cette prédiction théorique vient d'être confirmée. L'astronome hollandais Blaauw a établi, par une étude très fine des mouvements propres, que le groupe d'étoiles O et B environnant ḥ, ξ et *o* Persei est en expansion.

La vitesse moyenne d'expansion est de 12 km/s. Etant donnée leur distribution actuelle, cela indique que ces étoiles se sont formées *ensemble* il y a 1,3 million d'années seulement, dans un volume d'espace considérablement plus petit que celui qu'elles occupent aujourd'hui.

Comme nous ne saurions douter que des étoiles naines, moins massives, puissent et doivent avoir pris naissance en même temps que les supergéantes O et B, aux dépens du milieu cosmique qui engendre

les spires des galaxies, nous sommes amenés à concevoir qu'une population jeune, dite population I par Baade, naît en permanence dans les banlieues poussiéreuses des Spirales.

L'exemple de Persée n'est pas unique : Blaauw signale une autre association d'étoiles géantes O, dans Lacerta (Le Lézard), dont la vitesse d'expansion est de 8 km/s et dont l'âge s'élève en conséquence à 4 millions d'années seulement.

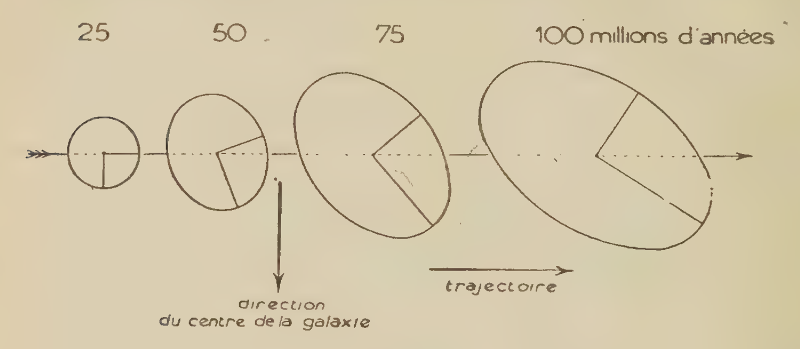


Fig. 197

Schéma montrant la déformation et l'orientation progressive des associations dans la rotation galactique.

D'autres groupes enfin, dans la Grande Ourse, et dans les constellations Scorpion-Centaure semblent un peu plus âgés (45 et 72 millions d'années). Mais n'oublions pas que naguère l'expression *âge d'une étoile* évoquait automatiquement l'idée de quelques milliards d'années.

Avec l'âge, les groupes en expansion vont d'ailleurs se déformer sous l'influence de la rotation *différentielle* de la Galaxie ; ils vont s'allonger en forme d'ellipsoïde et tendront à orienter leur grand axe à angle droit de la direction du centre de la Galaxie. Leur degré d'ovalisation et leur orientation, si on peut les mettre en évidence, fourniront deux nouveaux moyens de calculer leur âge conformément au graphique que voici (fig. 197).

La multiplication des recherches de cette nature, fondées sur la détermination précise des mouvements propres, est donc vivement souhaitable.

2° *Etoiles vieilles.* — L'âge de la croûte terrestre est voisin de trois milliards d'années : nous avons toutes raisons d'attribuer au Soleil, dans l'ambiance duquel les planètes se sont formées, un âge sensiblement supérieur.

Les étoiles naines, dont les sources d'énergie nucléaire sont déjà assez bien étudiées, trouvent assurément au sein de leurs atomes de

quoi entretenir, sans fléchir, leur rayonnement pendant des milliards d'années. Mais l'étude de la population des amas globulaires au Mont Palomar, par Baade et Sandage vient de fournir une détermination précise pour certaines étoiles naines.

Considérons le diagramme de Russell (fig. 196) relatif à la population de l'amas globulaire Messier 3. On trouve des diagrammes analogues pour Messier 92, pour Messier 15, etc... Ce diagramme diffère beaucoup du diagramme de Russell en notre voisinage.

On y reconnaît toutefois une branche de géantes *(abc)* et une branche des naines *(def)* dont le tronçon *(de)* est bien peuplé. Mais les étoiles les plus nombreuses occupent une branche nouvelle *(gb)* qui se rattache en *(e)* à la branche des naines par un élément *(eg)* assez peu peuplé.

Considérons les naines de la branche *(de)* :

B. Strömgren a démontré, depuis plusieurs années déjà, que la conversion d'hydrogène en hélium au sein de l'étoile accroît l'opacité de l'astre, accroît en conséquence sa température et lui fait *suivre, en remontant,* la branche des naines.

Les étoiles que le hasard de leur formation a dotées d'une rotation rapide ont leurs matériaux énergiquement brassés. Leur composition est homogène. Leur provision d'hydrogène est disponible à 100 % pour les transmutations. Ces étoiles-là, relativement peu nombreuses, iront peupler la branche *(ef)*. Les étoiles à rotation lente ne sont pas brassées. Elles usent tout l'hydrogène de leur *noyau* (en nommant *noyau* la région centrale où la température est suffisamment élevée pour amorcer les cycles de transmutation). L'enveloppe épaisse ne subit aucune transformation chimique, cependant que le noyau perd son hydrogène. Ces astres ont une composition hétérogène. Que deviennent-ils ? M. Schwarzschild et Sandage l'ont calculé récemment : lorsque le noyau *isotherme*, où l'hydrogène est épuisé, atteint *le dixième* de la masse de l'astre, l'étoile quitte soudain la branche classique des naines et retourne vers la droite du diagramme, en accroissant son éclat. Telle est l'explication très séduisante du *rebroussement* en *(e)* de la majorité des étoiles des amas globulaires. Après un passage très rapide de *e* en *g*, l'astre vient glisser sur la bande *(gb)* (couleur orangée, indice de couleur : de 0,6 à 0,7).

Là, l'hélium du noyau, à très haute température, pourra engendrer du carbone. Les étoiles de la branche *(gb)* ont du reste un spectre anormal (par rapport à leur indice de couleur).

Mais le point essentiel pour nous est le suivant : nous pouvons aisément calculer l'*époque* du rebroussement en *(e)* puisque la masse d'hydrogène usée est connue (10 % du stock initial) et que nous savons à quelle vitesse chaque étoile use cet hydrogène sur la branche *(de)*, d'après l'éclat qu'elle prend en chaque point.

Le calcul donne :

$$3{,}4 \;.\; 10^9 \text{ ans.}$$

Autrement dit, les étoiles situées sur *(de)* n'ont pas encore cet âge ; celles qui occupent *(gb)* sont d'un âge plus avancé. Celles qui occupent très fugacement *(eg)* n'ont guère dépassé 3,4 . 10^9 ans. On peut donc dire que la population des amas globulaires (population II) est *âgée*.

3° *Diversité des processus d'évolution stellaire* (fig. 198). — *a)* Des globules de gaz et de poussière cosmique peuvent incontestablement engendrer par contraction des étoiles froides supergéantes qui deviendront peu à peu des supergéantes de types chauds.

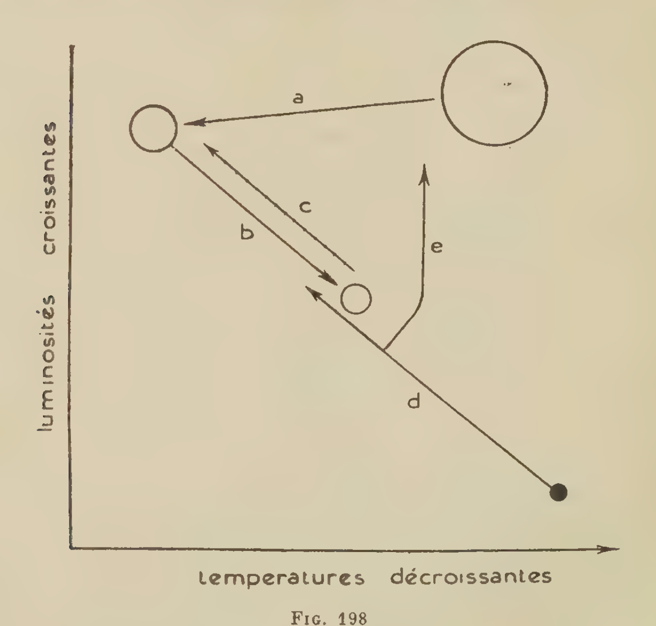


Fig. 198

Quelques-uns des processus d'évolution possibles pour une étoile.

b) Des étoiles qui tournent vite expulsent assurément de grandes quantités de matériaux et descendent la série principale.

c) Dans certains coins de l'Univers riches en nébulosités, il n'est pas exclu que des étoiles balaient assez de substance pour accroître leur masse. Processus *(c)*.

Les étoiles naines, où les cycles des transmutations nucléaires agiraient seuls, viennent de nous montrer deux processus possibles d'évolution, à savoir :

soit *d)* si elles tournent vite, auquel cas elles remontent la série spectrale principale ;

soit *d + e)* si elles tournent lentement, avec rebroussement et accumulation à l'indice de couleur 0,6 ou 0,7 (couleur orangée).

A ce tableau complexe, manque l'insertion des naines blanches, des novæ et des étoiles singulières, de types si variés, etc. L'évolution stellaire n'est pas un phénomène très simple, comme on l'avait cru tout d'abord, et nos connaissances en ce domaine sont encore rudimentaires.

III. — La matière intergalactique

Jusqu'à une époque récente (en fait, jusqu'à l'entrée en jeu du télescope Hale de 5 mètres de diamètre) l'Astronomie n'a trouvé aucun indice de l'existence de matériaux intergalactiques, qu'il s'agisse d'étoiles, de gaz ou de particules solides. Théoriquement, on avait de sérieuses raisons de croire qu'il existe de tels matériaux épars :

a) Certaines étoiles animées de très grandes vitesses s'évadent de leur Galaxie.

Dans la direction du pôle de notre propre Galaxie, Zwicky a découvert des étoiles bleues très faibles ($m_{pg} > 16$) dénuées de mouvement propre (ce ne sont donc pas des naines blanches). Donc, leur magnitude absolue M_{pg} est inférieure à — 2 et leur module de distance supérieur à 18. Elles se trouvent à plus de 130 000 années-lumière du Soleil : ce sont des objets *extragalactiques*.

D'ailleurs, des supernovæ sont apparues souvent à des distances telles de certaines galaxies, là où aucune brillance ne dépasse celle du fond du ciel, qu'on peut décrire ces supernovæ comme extragalactiques.

L'existence d'étoiles intergalactiques (et de matériaux tels qu'aérolithes et poussières, sans doute) peut être regardée aujourd'hui comme établie.

b) D'autre part les forces de gravitation, les *marées*, qui s'exercent entre deux galaxies que le hasard rapproche, sont de nature à rompre leur unité et à provoquer l'évasion de masses importantes de matière. Cela doit être particulièrement fréquent dans les amas de galaxies les plus compacts, où les vitesses relatives des galaxies entre elles sont de l'ordre de 1 000 km/s (tandis que les vitesses relatives des étoiles entre elles, à l'intérieur d'une galaxie sont, en général, inférieures à 100 km/s).

Zwicky s'est livré à la recherche de matériaux brillants extragalactiques au Mont Palomar, à l'aide du télescope Schmidt de 48 pouces et du télescope Hale. Le succès a été remarquable. Il a découvert des centaines de galaxies *isolées* manifestement disloquées, ayant laissé fuir d'immenses panaches de matériaux à faible luminosité et qui ne sauraient appartenir désormais à une galaxie en équilibre (fig. 199).

Il a pu aussi mettre en évidence d'immenses nappes de matériaux lumineux qui relient, comme des boulevards, les petits groupes de galaxies voisines dans l'espace. Voici deux croquis, d'après les clichés

remarquables de Zwicky (fig. 199). Les matériaux intergalactiques sont, selon le cas, de couleur bleue ou rouge (selon la fréquence relative des étoiles bleues ou rouges qui s'y trouvent).

Une conséquence fâcheuse : les nuages de Magellan, M. 31 d'Andromède, et les galaxies proches sur l'examen desquelles repose l'étalonnage des critères de distance sont vus sans doute à travers des tunnels de matière, et nous n'avons aucun moyen de tenir compte, pour le moment, des absorptions irrégulières que l'on doit envisager. Une étude approfondie des *couleurs* des étoiles appartenant à ces objets pourra seule nous renseigner. Les modules de distance risquent encore de subir des retouches...

c) Enfin, la dernière décade a amené la découverte de très nombreuses *galaxies naines*, aussi bien dans l'amas local que dans les riches amas voisins (Coma, Cancer).

Les recensements primitifs de Hubble et Humason (1931) mettaient en évidence un nombre maximum de galaxies vers la magnitude absolue $M_{pg} = -14{,}2$. Actuellement, il est certain que les galaxies dix fois moins brillantes (vers $M_{pg} = -12$) sont deux fois plus nombreuses que les galaxies $M = -14$ (alors que Hubble leur attribuait une fréquence presque nulle).

Quant aux galaxies plus petites encore, les avis sont jusqu'à présent contradictoires : Zwicky estime que le nombre des objets de plus en plus petits ira croissant et que l'on passera sans discontinuité de la galaxie à l'étoile isolée et aux poussières cosmiques.

(De l'étoile aux poussières, cette idée a été suggérée, il y a déjà plusieurs années, par M. Danjon et par moi-même.)

Mais d'autres observateurs, comme Holmberg et Baade, pensent qu'une coupure existe (vers la magnitude — 10) entre les plus *petites* galaxies et les plus grands amas globulaires, les plus petites galaxies étant dix fois plus larges que les plus gros amas globulaires.

L'avenir décidera entre ces deux conceptions.



FIG. 199

Matériaux intergalactiques, d'après F. Zwicky.
A : La galaxie irrégulière NGC 4 747 dans Coma ; B : Matériaux intergalactiques entre 3 galaxies de Virgo. Le « yatagan » de matériaux lumineux dépasse, en longueur, 7 500 années-lumière.

Il n'en est pas moins vrai que Zwicky vient de mettre en évidence, dans l'amas de galaxies *Coma*, un *fond continu lumineux* où prédomine la couleur bleue (donc où les étoiles bleues imposent leur lumière) et qu'il a pu le suivre, se dégradant, jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années-lumière du centre de l'amas.

Les plus anciennes estimations de la densité moyenne de l'Univers conduisaient à 10^{-30} gramme/cm^3, mais on avait peu à peu admis que 10^{-29} serait une valeur meilleure. Le facteur 2 de Baade tend à ramener ce nombre vers 10^{-30}. Mais la découverte de nombreuses galaxies naines et de matériaux intergalactiques, antérieurement ignorés, semble devoir augmenter cette densité moyenne jusqu'à, peut-être :

$$\bar{\rho} = 10^{-27} \text{ g/cm}^3.$$

Le rôle que joue la densité moyenne de l'Univers dans les théories cosmologiques étant fondamental, les faits qui sont actuellement portés à notre connaissance sont de nature à *faire sauter le couvercle* de maintes spéculations antérieures.

Nous voyons combien schématique et pauvre a été, jusqu'à présent, notre connaissance de l'Univers. Et nous ne sommes pas encore très bien placés pour attaquer des problèmes ambitieux comme ceux de l'expansion et du modèle de l'Univers. Mais qui oserait reprocher à l'esprit humain de vouloir à chaque étape de la connaissance, tenter une synthèse et imaginer la figure du Monde ?

En conclusion, nos estimations de la densité moyenne de l'Univers sont remises dans le creuset.

Mais les spéculations *théoriques* stimulent l'observation et sont indispensables au progrès. Un fait ne prend de valeur que s'il s'insère dans un système, dans une théorie. L'expérience de Michelson, faite à l'époque de Copernic, eût signifié l'immobilité de la Terre et maintenu le système de Ptolémée. A la fin du XIXe siècle, dans un cadre newtonien, où les idées de Ptomélée n'avaient plus aucune place, l'expérience de Michelson a déclenché la Relativité et provoqué le remaniement de nos concepts élémentaires d'espace, de temps et de matière.

Les découvertes actuelles, si intéressantes en elles-mêmes, nous émouvraient beaucoup moins si elles n'ébranlaient pas les assises de constructions qui nous étaient déjà très chères et dont je ne pense pas, d'ailleurs, que le moment soit venu de les abandonner.

Paul Couderc.

THÉORIE « ELLIPSOÏDALE » OU RELATIVITÉ

par André METZ

Dès la diffusion dans le grand public de la « Relativité » après 1918, des théories de toute sorte ont été présentées par de nombreux auteurs pour la remplacer. Chacune de ces théories prétendait résoudre les difficultés résultant des expériences sur la lumière — et en particulier, de la fameuse expérience de Michelson — sans avoir besoin de changer les concepts traditionnels de temps et d'espace.

La plupart de ces tentatives sont faciles à réfuter, car leurs auteurs reviennent sans le savoir à des idées qui ont dû être abandonnées longtemps avant les discussions fécondes de la fin du XIXe siècle et du début du XXe, marquées par les noms de Michelson, Fitzgerald, Lorentz et Henri Poincaré. Telles sont les théories basées sur l'entraînement des ondes ou de l' « éther » par la matière (miroirs, murs du laboratoire, etc...) ou par la source lumineuse.

Tout autre est la théorie de M. Henri Varcollier. Comme les auteurs auxquels nous venons de faire allusion, il a voulu présenter une théorie « construite dans l'espace euclidien et le temps indépendant, c'est à-dire rattachée à la conception classique de l'univers », mais il a justement évité la plupart des fautes où sont tombés ceux-ci.

M. Varcollier, qui ne veut considérer la Relativité que comme « une doctrine mathématique » et non comme un « moyen d'investigation de la nature, de l'espace et du temps », a publié, en 1925, un gros ouvrage intitulé : *La relativité dégagée d'hypothèses métaphysiques* (1) où il a développé ses idées en partant du problème de l' « aberration », considéré dans toute sa généralité.

En effet, la propagation dans un milieu, d'ondes issues d'une source et atteignant un « récepteur », peut être examinée différemment suivant ce qu'il appelle les « types de propagation ».

Type A : source et récepteurs au repos.
Type B : source au repos, récepteur en mouvement.
Type C : source en mouvement, récepteur au repos.
Type D : source et récepteur tous deux en mouvement,

Affirmant alors que « les anomalies physiques qui servent de fondement à la théorie de la Relativité restreinte proviennent d'une figuration inexacte de l'aberration par le mouvement du récepteur », l'auteur concluait qu'il suffisait d'adopter une autre théorie de l'aber-

---

(1) Analysé dans la *Revue générale des Sciences*, 36e année, 1925, p. 471.

ration pour faire disparaître ces anomalies. Il remarquait que « la transformation de Lorentz se décompose algébriquement en une transformation de Galilée — entraînement rigide — et une déformation de la propagation entraînée » et affirmait « légitime d'extraire ce dernier élément et d'utiliser une onde elliptique ». Il ajoutait : « L'alternative entre l'onde sphérique et l'onde elliptique ne semble donc pas susceptible d'être tranchée par un raisonnement mathématique. »

Dans un autre ouvrage, *Propagation ellipsoïdale, relativité, quanta*, publié en 1942, ainsi que dans un fascicule des *Archives des sciences*, de Genève (2, fasc. 1 et 2, 1949), M. Varcollier a précisé la forme d'onde qui, selon lui, convient pour représenter la propagation réelle. Il l'appelle : l'onde ellipsoïdale « V » de l'initiale de son nom.

Cette onde a la forme d'un ellipsoïde de révolution autour de la trajectoire de l'émetteur, ayant pour centre le point où se trouve la source au moment de l'émission, pour grand axe la longueur ct et pour petit axe $ct\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ (1). La source se trouve alors au temps t, au « foyer avant » de cet ellipsoïde.

La transformation qui permet de passer d'une forme de l'ellipsoïde à une autre correspondant à une vitesse différente (et à la sphère, qui est l'ellipsoïde particulier au cas $v = 0$) est ce que M. Varcollier appelle la « transformation V. « Il l'obtient » en posant *a priori* que le mouvement d'un émetteur peut déformer les trains d'onde individuels issus de lui » et que « le récepteur doit pouvoir être assimilé à un émetteur négatif ». Il y a donc « symétrie entre les types de propagation B (émetteur au repos, récepteur en mouvement) et C (émetteur en mouvement, récepteur en repos) » (2).

Les ondes déformées par le mouvement de l'émetteur deviennent ellipsoïdales « de telle façon que leur progression, composée avec une translation uniforme, devienne une progression sphérique ».

Donc tout se passera, pour un laboratoire en mouvement, où émetteur et récepteurs sont entraînés par ce mouvement, comme si les ondes étaient sphériques par rapport à ce laboratoire. On voit que la théorie de M. Varcollier a été essentiellement faite pour rendre compte du résultat négatif des expériences tentées dans des laboratoires pour déceler le mouvement de la Terre par rapport au milieu support des ondes lumineuses.

On peut se demander si elle revient exactement à la théorie d'Einstein en attribuant à la déformation de l'onde ce que cette dernière attribue à la contraction apparente des longueurs et à la dilatation des temps. Pas tout à fait, car dans la Relativité ce sont les longueurs parallèles au mouvement qui sont l'objet de la contraction,

(1) En appelant c la vitesse des ondes lorsque la source est immobile par rapport au milieu, et v la vitesse de la source par rapport à ce milieu.

les longueurs perpendiculaires restant inchangées ; tandis que d'après la théorie « ellipsoïdale » les dimensions linéaires restent les mêmes, mais la lumière, qui garde sa vitesse ordinaire dans le sens du mouvement de la source, est ralentie dans le sens perpendiculaire, exactement dans la proportion nécessaire pour expliquer le résultat négatif des expériences précitées.

La différence entre les conséquences des deux théories est du second ordre en v/c. Elle est extrêmement petite et très difficilement appréciable dans la plupart des cas, de sorte que les expériences sur lesquelles s'appuie la théorie de la Relativité sont présentées par M. Varcollier comme des confirmations de son hypothèse « ellipsoïdale ».

* * *

Dans ces conditions, la théorie ellipsoïdale n'a-t-elle pas la même valeur explicative que la Relativité, avec l'avantage de ne pas nécessiter une modification profonde des notions classiques de temps et d'espace ? Non, car elle se heurte à des objections nombreuses, dont nous allons montrer les plus graves.

Voici d'abord une objection théorique, tirée du principe D'Huygens.

Les ondes sont supposées portées par un milieu. D'après le principe d'Huygens, la forme de l'onde à un instant donné est le résultat de la propagation dans ce milieu à partir de la position de l'onde à l'instant immédiatement antérieur, chacun des points de cette dernière étant considéré comme source secondaire.

Or admettons que le mouvement de la source ait pour effet, comme le suppose M. Varcollier, de déformer l'onde dès son émission, et de la rendre ellipsoïdale. Au bout d'un instant extrêmement court, cette onde aura ainsi la forme d'un ellipsoïde extrêmement petit. Ensuite l'onde se propage, à partir des points de cet ellipsoïde considérés comme sources secondaires, dans le milieu immobile et isotrope. Nous disons bien : isotrope, car le même milieu doit transmettre « sphériquement » les ondes issues d'une autre source, si celle-ci est immobile ; cela, du moins, est conforme aux affirmations de tous les physiciens de toutes les écoles, qui ne font que traduire les résultats d'observations toujours concordantes.

Mais si le milieu est isotrope, la vitesse de propagation est la même dans tous les sens pour les sources secondaires réparties sur la petite onde considérée, et au bout d'un temps quelconque fini, les distances sont égales à partir d'un ellipsoïde extrêmement petit dont les dimensions — et à plus forte raison l'ellipticité — peuvent être négligées. L'onde est donc, par rapport au milieu, une sphère et non un ellipsoïde.

En ce qui concerne la conformité des conséquences de la théorie ellipsoïdale avec les résultats des expériences connues, il faut remarquer que toutes ces expériences font intervenir des instruments d'op-

tique tels que lunettes, télescopes, prismes, lentilles et surtout miroirs. Il est donc essentiel de connaître les thèses de la théorie ellipsoïdale sur la réflexion de la lumière et sa réfraction.

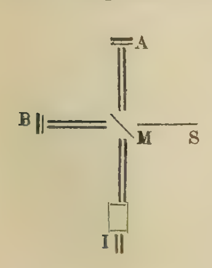
Or ces questions ne sont pas traitées *ex professo* par M. Varcollier dans ses ouvrages, mais seulement en passant, à l'occasion de théorèmes ou de problèmes particuliers.

C'est ainsi qu'il démontre (1) une « propriété des ondes focalisées » qui est celle-ci : ces ondes « se propageant successivement sur les divers éléments d'un circuit fermé arbitraire, possèdent une durée totale de propagation indépendante de l'orientation du circuit » même lorsque celui-ci est entraîné dans une translation uniforme.

Le « circuit » en question est supposé formé par un faisceau lumineux brisé en différents points par des miroirs. « Chaque miroir reçoit les ondes du précédent, ou de la source lumineuse, et les transmet au suivant : il est à la fois récepteur et émetteur ; et dans ces deux rôles il fait naître l'ellipticité de la propagation, fonction de la translation. » Il en résulte que le faisceau réfléchi n'a pas, en général, la même vitesse que le faisceau incident.

Par exemple si celui-ci est dirigé dans le sens du mouvement d'ensemble du circuit, un miroir à 45° le fera dévier dans le sens perpendiculaire, où il aura la vitesse $c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ d'après ce qui a été dit précédemment.

C'est cette « propriété » qui est appliquée, à la page suivante, pour l'explication de l'expérience de Michelson. Tout se passe, dans cette explication, comme si le fameux miroir semi-transparent à 45° (M sur la figure) émettait lui-même deux faisceaux distincts, l'un vers A, l'autre vers B, avec des vitesses différentes. Or on sait que ces deux faisceaux ne sont que des fractions d'un même faisceau lumineux SM, l'une réfléchie vers MA, et l'autre transmise vers MB. Le changement de vitesse de la fraction réfléchie vers MA pose des problèmes de détail que M. Varcollier n'aborde pas.



Toute différente — et même, d'un certain point de vue, opposée — est la solution du problème de la réflexion (2) qui se trouve implicitement dans l'interprétation par la « théorie ellipsoïdale » de l'effet Doppler transversal. M. Varcollier montre que dans le cas d'une source qui se déplace à grande vitesse, le rayonnement dans le sens perpen-

(1) *Propagation ellipsoïdale*, p. 242-244.

(2) *Ibid.*, p. 259-261. A noter que M. Varcollier parle d'une source qui serait « une étoile ». En fait, l'effet Doppler transversal a été observé, non pas sur la lumière des étoiles, mais sur le rayonnement d'atomes d'hydrogène provenant d'appareils à « rayons canaux ».

diculaire à cette vitesse étant, d'après sa théorie, ralenti, sa longueur d'onde est raccourcie dans la même proportion. Il en tire cette conclusion que « l'effet Doppler-Fizeau transversal est une preuve directe de l'ellipticité de l'onde émise par une source lumineuse en translation ».

Mais comment pourrait-on observer ce raccourcissement des longueurs d'onde dans les instruments dont on dispose, « interféromètres ou réseaux optiques » ? Ces instruments comportent toujours des miroirs ou des lentilles qui, si l'on applique ce qui a été dit à propos de l'expérience de Michelson, sont « à la fois récepteurs et émetteurs » ; en tant qu'émetteurs ils devraient envoyer vers l'œil de l'observateur des ondes dont la vitesse (donc la longueur d'onde) ne dépend plus du tout de la vitesse de la source primitive, mais seulement de la vitesse des instruments.

Ainsi la longueur d'onde « raccourcie » ne devrait pas pouvoir être observée dans un instrument d'optique quelconque.

Il y a donc, suivant les expériences à interpréter, deux hypothèses différentes concernant le comportement des ondes lumineuses après réflexion sur des miroirs. Dans le cas de l'expérience de Michelson, le miroir « agissant comme récepteur et émetteur » change la vitesse des ondes selon sa vitesse propre et l'orientation du faisceau réfléchi par rapport à cette vitesse ; dans le cas de l'effet Doppler transversal, le miroir ne change pas la vitesse des ondes.

La théorie ellipsoïdale ne rend compte du résultat de Michelson et de l'effet Doppler transversal qu'au moyen de deux hypothèses auxiliaires contradictoires entre elles.

* * *

Enfin la théorie ellipsoïdale est une théorie de la propagation des *ondes*, ondes lumineuses et électromagnétiques. Elle n'est pas, comme la Relativité, une théorie englobant la cinématique et la dynamique dans toute leur généralité. Elle n'explique donc pas les résultats des expériences faites depuis longtemps sur des particules animées de grandes vitesses, expériences qui toutes vérifient avec une grande précision les formules de la Relativité.

Pour toutes ces raisons, théoriques et expérimentales, la théorie ellipsoïdale, dont certaines parties contiennent des développements mathématiques intéressants, et utilisables dans d'autres hypothèses ne peut convenir à la représentation des faits. La Relativité, dont la puissance de prévision n'a cessé de grandir avec les progrès de la Physique, paraît bien jusqu'ici le dernier mot de la Science dans ce domaine.

André Metz.

BIOGÉNÈSE ET ATMOGÉNÈSE

par André CAILLEUX

L'âge très vénérable du plus vieux carbone organique connu (1.600 millions d'ans, d'après l'école d'Urey) et du début probable de la différenciation des espèces animales et végétales (1.400 à 1.800 millions d'ans (1), conjointement aux transitions entrevues entre les propriétés de la matière vivante et de l'inerte (Stanley), conduisent à évoquer les conditions de l'apparition de la vie sur le globe, et notamment l'atmosphère primitive. Jadis Vernadsky jugea le problème insoluble. Mais récemment Dauvillier (2) Spencer-Jones (3) et Carles (4) s'y sont attaqués avec audace. Je voudrais ici rassembler les faits connus, puis développer des considérations en partie nouvelles. Je remercie MM. Francis Bernard, Blais, Carles, Dauvillier et Reneuve de leur aide et de leurs conseils (1).

La masse de l'ensemble des vivants, ou biosphère, doit tout d'abord être évaluée. Dauvillier et Carles indiquent, d'après Vernadsky, $n\ 10^{21}\ g$; ce qui, étendu à la surface du globe en une couche uniforme de densité 1,05, donnerait une épaisseur de 2 n mètres, avec $n > 1$, soit 2 mètres au moins. Valeur beaucoup trop forte, si l'on considère, entre autres qu'une prairie, supposée nivelée, atteindrait à peine quelques centimètres. Pour les forêts, M. Reneuve, Conservateur des Eaux et Forêts, estime *(in litteris)* qu'en France, une futaie de belle venue, en y comprenant les cimes, feuilles et la végétation du sous-bois, a un volume de l'ordre de 500 m³ à l'hectare, soit une épaisseur de 5 cm. La matière vivante animale est beaucoup plus rare. En ajoutant la matière organique du sol, on aboutit à 6 à 10 cm. au plus. En forêt équatoriale, la matière végétale est plus abondante, mais celle du sol l'est beaucoup moins, de sorte que 10 cm. paraît ici encore une limite. Dans les déserts et sur les inlandsis antarctique et groenlandais, l'épaisseur tombe à zéro.

Quant aux océans, qui occupent 71 % de la surface du globe, M. F. Bernard, Professeur de zoologie à l'Université d'Alger, m'écrit :

« Voici d'abord, pour une mer moyenne, comme l'Atlantique central, les données récentes (expédition du Météor, travaux danois et les miens) sur le volume moyen d'êtres vivants. Le volume le mieux connu est celui du phytoplancton et l'on estime (Johnson, 1946) que celui du zooplancton est au plus un tiers de celui du phyto. On peut estimer :

De 0 à 300 m........................ 4 mm³ par litre.

De 300 à 4.400 (fond moyen)... 1 à 2.

(1) M. Jules CARLES et M. A. DAUVILLIER, à qui ce travail a été soumis, m'ont fait savoir qu'ils étaient d'accord, M. DAUVILLIER continuant, par ailleurs, à développer et à préciser sa théorie cosmogonique (9), et ses objections aux cosmogonies solides.

Cela donnerait, en supposant les êtres ramenés à la surface et contigus, une épaisseur vivante de 3 à 6 millimètres (4,6 en moyenne). Pour une mer très riche (Japon, Terre-Neuve) ce nombre pourrait être multiplié par 5, soit environ 23 millimètres. Pour une mer pauvre (Méditerranée, Sargasse, etc.), plus de 2 millimètres d'épaisseur. D'ailleurs, la fréquence du plancton entre 2.000 et 5.000 mètres est peu connue, elle semble varier entre 1/2 et 1/10 de celle de surface. S'il s'agit d'évaluer le stock nutritif en mer, on ne doit pas oublier qu'à moins de 100 kilomètres des côtes l'eau est souvent très riche en débris végétaux apportés par les vents. L'estomac des sardines est souvent plein de ces débris, beaucoup plus que de plancton réel. Les Allemands nomment *seston* l'ensemble des matières organiques ou organisées de l'eau. A Kiel et à Alger, ce seston peut être quatre fois plus abondant que le plancton vivant. » Seston et plancton réunis atteindraient ainsi une épaisseur de 2 à 30 ou 40 millimètres ; compte tenu des animaux nageurs (poissons, céphalopodes..., etc.), et des êtres vivant sur le fond, on aurait 2 à 80 millimètres, valeurs du même ordre que sur les terres émergées. Pour l'ensemble du globe, le total des êtres vivants, cadavres et matière de décomposition, aurait une épaisseur comprise entre 2 et 80 millimètres, d'où une masse comprise entre 0,1 et 4.10^{19} *g* ; nous adopterons $2 \,.\, 10^{19}$ *g*, soit 4 centimètres.

* * *

Comparée à celle des matières inertes du globe terrestre (Tableau 1, ligne 4), la masse de la biosphère s'avère beaucoup plus petite : au moins 70.000 fois plus faible que celle des océans, 300 fois plus faible même que celle de l'atmosphère. Ainsi le chimisme de la biosphère ne peut-il rendre compte de la composition des ensembles inertes, même de l'atmosphère, si ce n'est par répétition.

De l'intérieur du globe vers l'extérieur, les différents éléments se classent, à peu d'exception près (hydrogène), par ordre de densité décroissante ; le fait a été signalé de longue date d'après les masses (Tableau I, lignes 5 à 9). Il apparaît mieux encore si l'on considère les nombres d'atomes (lignes 10 à 14), calculés en pour cent. Les métaux, maximums en profondeur, descendent à 15 % dans les roches superficielles pour s'annuler dans l'atmosphère. L'oxygène (O = 16), maximum dans les roches superficielles (61 %), décroît dans les océans (33 %) et plus encore dans l'atmosphère (21 %). Tandis que l'hydrogène domine évidemment dans les océans (66 %), l'azote (N = 14), infiniment rare dans les roches et même dans la mer, culmine avec près de 76 % dans la couche la plus externe et la plus légère, l'atmosphère.

Dans ce cadre, la place de la biosphère peut être définie en fonction des masses. Mais elle apparaît mieux encore par les nombres d'atomes (lignes 10 à 14). Les vivants diffèrent radicalement des roches. Ils se rapprochent sans conteste des océans, par leur très forte teneur

en hydrogène (60 et 66 %), et en oxygène (30 et 33 %) c'est-à-dire par les neuf dixièmes de leur masse. Ils le doivent à leur forte teneur en eau (30 à 95 %) et aussi à la présence de maillons glucidiques, où l'hydrogène et l'oxygène, unis au carbone, sont entre eux précisément dans les proportions de l'eau : $C_n(H_2O)_p$ d'où le nom, structuralement très impropre, mais globalement bien expressif, d'hydrates de carbone.

Mais par le reste, c'est-à-dire par près de 10 % de ses atomes, la biosphère s'avère bien à part de tout l'inerte : le carbone y est plus abondant que dans tout autre ensemble, 30 fois plus que dans la moyenne des roches. L'azote, bien que moins abondant en valeur absolue, y est tout de même 100.000 fois plus fréquent que dans l'eau des océans et dans les roches. Par l'azote, la biosphère se rapproche un peu de l'atmosphère. Abstraction faite de l'eau et des éléments rares, sa composition globale oscille autour de C_8N (Homme C_6N ; Luzerne $C_{16}N$; ces formules ne représentent évidemment aucune substance chimique, mais seulement le résultat des analyses). Ainsi s'affirme son caractère fortement réducteur, biochimiquement bien connu. Tout se passe comme si, entre l'atmosphère et l'océan, la biosphère jouait le rôle d'un filtre, retenant à lui le carbone (1 atome sur 12, contre 1 sur 10.000 dans l'atmosphère, 1 sur 500.000 dans les océans), et empêchant l'azote, si prédominant dans l'air, de dépasser l'état de traces dans les eaux. Sans la biosphère, l'absence de nitrate dans l'océan, pourtant si riche en chlorures et en sulfates, serait difficilement explicable.

* * *

Après avoir envisagé ce qui est, on est conduit ainsi insensiblement à imaginer ce qui pourrait être. Quelle que soit l'hypothèse cosmogonique adoptée, que la Terre ait pris corps par agrégation de particules solides (Weizsäcker) ou par condensation de vapeurs et de liquides (Laplace, Dauvillier) on ne voit pas pourquoi l'oxygène, éléments à fortes affinités, existerait à l'état libre, gazeux, dans l'atmosphère. Jean Perrin a d'ailleurs montré que tout l'oxygène atmosphérique pourrait facilement être fixé par l'altération de quelques mètres de roches, elles aussi pourvues de substances réductrices.

Des origines, passons maintenant à la phase qui précéda immédiatement la première apparition de la vie, — la première biogénèse — ; Dauvillier imagine à juste raison une atmosphère sans oxygène, surtout composée de vapeur d'eau et gaz carbonique et peut-être ammoniaque, et des océans riches en gaz carbonique et en corps azotés dissous. Il indique, d'après expériences, des réactions de synthèse qu'auraient favorisées les ultra-violets solaires : car faute d'oxygène et d'ozone, ceux-ci n'étaient pas alors, à la différence d'aujourd'hui, arrêtés par l'atmosphère, et ils pouvaient parvenir jusqu'à la surface des eaux.

TABLEAU I

	Nife ?	Sima	Sial (H)	1 Océans (F)	Biosphère (J)	Atmosphère (K)
Epaisseur moyenne, m	6.307.000	41.000 (A)	16.000 (B)	2.630 (C)	0,1 (L)	
Volume km³				1,33 10^{9}		
Densité moyenne	5 à 8 ?	3,3	2,72	1,043 (E)		
Masse totale g	6 10^{27}	7 10^{25}	2,3 10^{25}	1,39 10^{24}	2 10^{19}	5,2 10^{21}
Masse % — Azote	0	0	0	0,000005	2,2	74,5
Masse % — Hydrogène	tr	tr	0,14	10,7	9,1	0,14
Masse % — Carbone	?	tr	0,15	0,28	14	0,01
Masse % — Oxygène	tr ?	40 ?	46,7	86	73	24,1
Masse % — Métaux	99 ?	43 ?	24,5	1,28	1	0
Nombre d'atomes % — Azote	0	0	0	tr	1	**75,8**
Nombre d'atomes % — Hydrogène	tr	tr	3	**66**	**60**	2
Nombre d'atomes % — Carbone	?	tr	0,25	tr	**8**	tr
Nombre d'atomes % — Oxygène	tr ?	55	**61**	33	30	21,2
Nombre d'atomes % — Métaux	**99** ?	28	15	tr	tr	0

(A) Conventionnel.
(B) Conventionnel.
(C) Supposés étalés sur la totalité du globe.
(E) Densité en surface : 1,028 ; à 8.000 m. : 1,067.
(F) Principalement d'après l'Annuaire du Bureau des Longitudes.
(H) Principalement d'après CLARKE et WASHINGTON.
(J) Composition approchée, intermédiaire entre l'animal et le végétal, plus proche de ce dernier (qui est plus abondant).
(K) Compte tenu d'une tension de vapeur d'eau de l'ordre de 10 millibars au sol.

Hypothèse féconde ; mais ici Carles [4] soulève une difficulté : considérant que le bilan de la biogénèse peut s'écrire, en ce qui concerne le carbone :

(1) $CO_2 \rightarrow C$ (fixé par la biosphère) $+ 2\ O$ (dégagés dans l'atmosphère).
Il montre que, même en tenant compte des réserves connues de charbon et de pétrole du Globe, et même en les multipliant par 10, le carbone fixé dans la biosphère n'explique que le 1/10 de l'oxygène atmosphérique, au plus ; d'après la valeur rectifiée de la masse de la biosphère (tableau I), la disproportion atteint même 1/200 de la biosphère actuelle (1/50 ? compte tenu des réserves géologiques).

La considération du seul carbone s'avérant insuffisante pour justifier la quantité de l'oxygène atmosphérique, essayons de faire intervenir l'azote. Puisque de nos jours les êtres vivants, en se détruisant, dégagent leur azote, en définitive, principalement sous forme de carbonate d'ammoniaque, essayons d'envisager l'antique biogénèse sous la forme inverse. Faisons, pour simplifier, abstraction de l'eau, et adoptons pour le vivant, la composition globale moyenne C_8N. Le bilan des synthèses, à partir du carbonate acide, s'établit alors globalement ainsi :

$$2\ CO_3HNH_4 \rightarrow C_2N_2O + 5\ H_2O$$
$$14\ CO_2 \rightarrow 14\ C + 28\ O$$
$$14\ C + C_2N_2O \rightarrow 2\ C_8N + O$$

$$(2)\quad 2\ CO_3HNH_4 + 14\ CO_2 \rightarrow 2\ C_8N + 29\ O + 5\ H_2O$$

A partir du carbonate neutre, la réaction est la même, à l'eau près. Pour obtenir, non plus un vivant moyen, C_8N, mais une protéine, par exemple l'alanine C_3H_3N, la réaction est analogue, à la proportion d'oxygène près. Dans tous les cas, il y a une grosse absorption d'énergie et un dégagement d'oxygène, qui va se joindre à l'atmosphère. Mais on voit aisément par le calcul, qu'on ne réussit pas ainsi à expliquer la totalité de l'atmosphère actuelle, loin de là. Il reste à expliquer l'apparition de la majorité de l'oxygène et de la totalité de l'azote. Pour cela, il faut trouver une matière première et un mécanisme thermodynamique. Or la physiologie enseigne que certaines bactéries, êtres précisément fort primitifs, agissant sur les nitrates ou sur les sels ammoniacaux, possèdent l'étonnante propriété de libérer l'azote élémentaire. De sorte qu'on pourrait imaginer, que lors de l'antique biogénèse, s'est réalisée une réaction analogue, du type :

$$(3)\quad NO_3NH_4 \rightarrow 2\ N + O + 2\ H_2O.$$

Répétée autant qu'il le faudrait aux dépens du stock nitraté et ammoniacal primitif, elle aurait fourni la grosse majorité de l'oxygène atmosphérique. Mais l'azote, ici dans la proportion de 2 à 1 au lieu de 4 à 1 dans l'air, serait encore insuffisant. Or, en ce cas encore, la

nature actuelle nous fournit une image : celle des fermentations bactériennes nitreuses et nitriques, si importantes pour l'agronome, et dont la réaction globale peut s'écrire :

(4) $$NH_3 + 4\ O \rightarrow NO_3H + H_2O.$$

En quantité convenable, c'est-à-dire six à huit fois moins fréquente que la précédente et compte tenu de la réaction (2) ; elle suffirait à rétablir entre l'azote et l'oxygène atmosphériques, la proportion de 4 à 1 actuellement observée. Quant à l'énergie nécessaire, elle a pu être empruntée, autrefois comme de nos jours, dans d'autres espèces, soit à la radiation solaire (photosynthèse), soit à d'autres réactions (chimiosynthèse). Ainsi trouvons-nous présentement les exemples des mécanismes qui ont pu jadis lancer dans l'atmosphère terrestre l'azote et l'oxygène. Et ils s'avèrent liés à la vie, et inexplicables sans elle.

* * *

Dans l'hypothèse cosmogonique de Laplace et Dauvillier, il faut encore rendre compte de l'appauvrissement progressif de l'atmosphère primitive en vapeur d'eau ; et pour cela envisager l'évolution des températures et des pressions. Partons du moment où l'hypothétique scorie silicatée a commencé à se solidifier. Le point de fusion du granite en présence d'eau est d'environ 800° sous 200 à 300 atmosphères. L'eau alors étant au-dessus de sa température critique (374°), était totalement vaporisée. Sa pression peut être évaluée en divisant le volume actuel des océans (1,33 10^9 Km^3) par la surface du globe (510 10^6 Km^2). On obtient : 2.630 m ; 2.680 en tenant compte des actuels inlandsis ; soit 261 atmosphères. A cela devait s'ajouter la pression du CO_2 alors plus abondant qu'aujourd'hui et celles des sels ammoniacaux et des nitrates et autres substances dissoutes dans l'eau hypercritique, à raison de 2 à 3 % ; compte tenu des faibles masses de C et N dans les océans et l'atmosphère actuels (Tableau I), ces pressions supplémentaires ne devaient guère excéder quelques atmosphères ; enfin, à en juger par les médiocres valeurs actuelles de la teneur en eau des roches, d'éventuelles variations n'auraient modifié la pression que de quelques atmosphères aussi ; au total, la valeur de 260 atmosphères ne doit pas être loin de la vérité.

Plus tard, lorsque le refroidissement atteignit le point critique de l'eau, la pression critique étant seulement de 226 atmosphères, une condensation correspondant à 34 atmosphères, soit 350 m d'eau, dut se produire, sur les aires les plus froides, c'est-à-dire aux pôles ; lorsque des déclivités l'entraînaient vers des latitudes plus basses, l'eau liquide devait y bouillir, pour revenir à l'état de vapeur vers les pôles. Des rajustements isostatiques bien curieux durent naître de ces surcharges.

Puis, la température s'abaissant toujours, la pression diminuait corrélativement à la tension maximum de l'eau pour les températures

équatoriales, la condensation se poursuivait, l'océan augmentait de volume au fur et à mesure ; comme peu d'autres gaz ou vapeurs se mêlaient dans l'atmosphère à la vapeur d'eau, l'océan continuait toujours à bouillir vers l'équateur.

De la température à laquelle apparut la vie, on sait seulement qu'elle fut inférieure à 374° ; dans la nature actuelle, aucune bactérie ou virus ne résiste à un chauffage prolongé au-dessus de 120° ; des Cyanophycées, ou algues bleues, vivent en Islande dans des eaux thermales à 98° ([5]) ; mais les optimums physiologiques de l'immense majorité des vivants, animaux ou végétaux aquatiques ou aériens, sont compris entre 30° et 40° environ ; au-dessus, leur matière fondamentale, nucléoprotéique, s'altère. Quelle que soit la température ou la biogénèse s'instaura (entre 40 et 80° par exemple) elle dut débuter dans les zones les moins torrides, c'est-à-dire vers les pôles ([6]).

La cessation de l'ébullition équatoriale marqua certainement une grande date dans l'histoire de l'atmosphère et des océans. Elle se produisit lorsque la pression atmosphérique surpassa la tension maximum de la vapeur d'eau pour les températures équatoriales. Il n'est pas possible de savoir si cet effet a été favorisé, ou non, par l'enrichissement de l'atmosphère en azote et en oxygène, dû à la biosphère. Comme l'écorce solide opposait un obstacle aux pertes de chaleur interne, la température superficielle passa de plus en plus, et très rapidement, sous le contrôle de la radiation solaire, qui aujourd'hui encore la commande. Elle descendit ainsi au-dessous de 100°, s'acheminant vers un état proche de l'actuel.

D'éventuelles fluctuations climatiques dans le sens chaud, avec moyenne supérieure à 40 ou 50° expliquent peut-être pour une part la curieuse rareté ou pauvreté des gisements fossilifères entre les Tropiques à de nombreuses époques géologiques. Les mesures de température, d'après les isotopes d'éléments légers ([7]), permettront peut-être d'en juger.

Des fluctuations inverses, dans le sens froid, ont permis le développement de glaciers ([5]), notamment au Permo-carbonifère, vers le début du Cambrien, il y a 500 millions d'ans, et peut-être avant aussi.

* * *

Dans l'hypothèse de Weizsäcker, le problème de l'eau, dans ses rapports avec l'atmosphère, se pose tout autrement ([8]). Si les particules qui ont formé la Terre se sont agrégées à l'état solide, on a le droit de supposer, si on veut, qu'à l'origine l'atmosphère gazeuse n'existait pas, ou ne contenait pas de vapeur d'eau, ou très peu, ou qu'elle n'était pas très chaude. Mais dans ce cas on doit admettre qu'au cours des temps, à tout le moins au début, au cours d'une phase prégéologique, les roches ont peu à peu dégagé, sécrété pourrait-on dire, l'eau des océans et de l'atmosphère, et toutes sortes d'autres corps encore, comme le gaz carbonique ou les composés de l'azote. Le nombre des

paramètres est multiplié. Le problème est simplement déplacé, sa solution est subordonnée à celle de l'origine du basalte et du granite, elles-mêmes présentement non élucidées. Mieux vaut ne pas conjecturer, et se borner à constater qu'au laboratoire les dégagements d'eau par le granite et le basalte s'obtiennent seulement à chaud.

* * *

En résumé, le problème de l'eau atmosphérique se trouve en suspens, tant qu'on n'aura pas pu trancher définitivement entre les cosmogonies fluides (Laplace, Dauvillier) et solides (Weizsäcker). En revanche, une fois apparues les premières eaux océaniques, l'existence et les proportions d'azote et d'oxygène dans l'atmosphère actuelle s'expliquent bien par des réactions analogues à celles qu'effectuent aujourd'hui encore les bactéries dénitrifiantes, nitreuses et nitriques. Les réactions proposées (2, 3, 4) n'ont évidemment qu'une valeur globale et doivent être précises. Du moins ont-elles, sur celles qui mettaient en jeu le seul carbone, l'avantage d'expliquer simultanément a composition et la masse des êtres vivants et de l'atmosphère.

BIBLIOGRAPHIE

1) Cailleux (André). — Progression géométrique du nombre des espèces et vie en expansion (1950). *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 222-224.

(2) Genèse, nature et évolution des planètes (1947), *Act. Scientif. et Industr.*, n° 1031, p. 1-350, 56 fig., Paris.

(3) Cité par Furon (1950), *Rev. Génér. des Sc.*, t. LVII, n° 11-12, p. 251-252.

(4) Les origines de la Vie (1950). Coll. « Que sais-je ? », 128 p.

(5) Schwarzbach (Martin). — (1950), *Das Klima der Vorzeit.* Stuttgart.

(6) Récifs coralliens et paléoclimats (1951). *C. R. Somm. Soc. Biogéo.*, n° 239, p. 21-24. — La géologie (1952). Coll. « Que sais-je ? », n° 525. Cf. p. 115.

(7) H. C. Urey, H. A. Lowenstam, S. Epstein and C. R. MacKinney (1951). — Measurement of paleotemperatures and temperatures of the Upper Cretaceous of England, Denmark and the Southern United States. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, v. 62, p. 399-416.

(8) Mason (Brian) (1952). — *Principles of Geochemistry*, New-York.

(9) Dauvillier (Alexandre) (1952). — Sur la cosmogonie du système solaire, *C. R. Ac. Sc.*, t. 235, p. 1081-1082.

Remarques sur l'usage passé et présent des Insectes dans l'Alimentation et la Thérapeutique

(Contribution à l'Histoire de la Zoologie médicale)

par Ph. DEWAILLY et J. THEODORIDES.

Un aspect peu connu de l'Entomologie est l'utilisation par l'homme des Insectes en Bromatologie et en Médecine.

De nos jours, certains peuples ont encore recours à ce complément alimentaire utilisé depuis l'Antiquité.

Nous tenterons de retracer ici, de façon synthétique, quelques-uns des principaux aspects de cette question qui a déjà fait l'objet d'une abondante littérature de détail.

Nous ne nous étendrons pas sur le rôle qu'occupent ou qu'ont occupé certains Insectes dans diverses religions, et dans les folklores indigènes, cette question constituant un sujet très particulier que nous envisageons de traiter ultérieurement.

I. - Insectes et Alimentation.

En 1941, Bergier faisait paraître une étude ethnologique consacrée aux peuples entomophages ; ce livre résume quelques-unes des observations faites par l'auteur au cours de ses nombreux voyages.

La récente mise au point de Bodenheimer (1951) synthétise les divers aspects de cette question, comme l'un de nous l'a rappelé dans l'analyse qu'il a faite de cet ouvrage.

Les échantillons que l'auteur a fait étudier chimiquement se révèlent étonnamment riches en Protides et Lipides et compensent largement certaines carences alimentaires des peuples végétariens.

Depuis la parution du livre de Bodenheimer, nous avons pu recueillir quelques observations originales d'entomophagie que nous rapporterons ici :

1. Canada.

Le R. P. M. Roussellière nous a communiqué des renseignements recueillis à Repulse Bay dans le Manitoba :

Les Esquimaux de cette région ainsi d'ailleurs que les Indiens Chippewyians recherchent fréquemment pour se distraire et les croquer les poux de tête (*Pediculus capitis* L.) sur le crâne d'un compagnon ou d'un enfant.

Le Renne ou Caribou abrite certaines larves parasites de Diptères *Oestridae*. L'une d'elles (*Oedemagena tarandi* L.) est déposée, l'été, sous la peau de l'animal et arrive à maturité au moment où le Caribou, dans sa migration annuelle de printemps sort de la forêt subarctique et gagne la terre stérile où il passera l'été.

Le chasseur qui tue un Caribou à cette époque s'empresse de le dépouiller et n'attend souvent pas que la peau soit refroidie pour arracher les larves (« komait ») et les manger ; ces dernières sont presque aussi grosses que la première phalange du pouce.. Les Esquimaux font un usage identique des larves de *Cephenomyia trompe* L. fixées dans le pharynx et les sinus du Caribou ; leur nom indigène est « taggiut ».

Les Iglukik sont friands du contenu stomacal du Morse où vivent également des larves d'Oestrides.

2. Madagascar.

M. Vadon nous a fait parvenir de la graisse de charançon (Coléoptère *Curculionidae*) dont la production dans le nord-ouest de la grande île alimente certains marchés Tsimibuty, donnant lieu en forêt, à une véritable « curculioculture ».

Nous comptons faire étudier cette graisse dont l'analyse chimique sera donnée ultérieurement.

Telles sont les quelques observations que nous avons pu recueillir ; nous rappellerons pour mémoire le rôle alimentaire des sauterelles et termites consommés chaque jour par de nombreux peuples depuis la plus haute antiquité, et de divers Coléoptères, imagos et larves, auxquels l'un de nous (Théodoridès, 1949) a consacré une étude spéciale. Il ne faut pas enfin oublier que le *miel* dont il est fait une consommation courante depuis le Paléolithique tant dans les populations primitives que dans les sociétés évoluées ; le terme de « civilisation du miel » a même été employé pour définir certaines tribus d'Indiens d'Amérique du Sud.

Ce qui frappe le plus, si l'on considère l'entomophagie d'une façon globale, c'est qu'elle a été pratiquée à différentes époques par l'ensemble de l'humanité depuis l'existence de celle-ci.

II. - Insectes et Thérapeutique.

Nous nous étendrons plus longuement sur cette question en général moins étudiée que l'entomophagie (1).

Il y a tout d'abord lieu de faire une distinction entre les Insectes ayant une action thérapeutique réelle et ceux qui ont été employés à cette fin uniquement par crédulité ou superstition ; nous ne considérerons ici que le premier cas et nous renvoyons à d'autres auteurs, par exemple, Netolitzky (1916) et Weiss (1947) pour le second.

1) - Emploi des Insectes en Chirurgie.

a) *Suture des plaies.*

Le procédé consiste à faire mordre les deux bords d'une plaie par un Insecte à mandibules bien développées (Fourmis, Coléoptères Carabiques) et à en séparer ensuite la tête du reste du corps ; on aura alors autant de points de suture que d'Insectes appliqués.

Gudger (1925) a consacré une très intéressante étude à cette curieuse question, qui constitue une précieuse contribution à l'histoire de la Zoologie médicale : dès la plus haute antiquité, les fourmis étaient employées pour la suture des plaies intestinales ; on trouve en effet cette pratique mentionnée dans des traités médicaux hindous datant de 1.000 av. J.-C. (Susruta dans le Atharva Veda).

Les Arabes qui traduisirent ces ouvrages ont à leur tour appliqué cette technique, ainsi Albucasis qui exerçait en Espagne au XIIe siècle.

Des médecins du Moyen-Age et de la Renaissance tels que Léonard de Bertapaglia, de Padoue, Fallope et d'autres, citent dans leurs œuvres cette curieuse technique chirurgicale qui fut critiquée par d'autres, tels que Théodoric, Guy de Chauliac, Giovanni di Vigo, etc..., par réaction contre les idées médicales des Arabes.

---

(1) La mise au point de Hinman (1933) est actuellement dépassée ; nous renvoyons cependant à cet auteur pour des questions telles que le xénodiagnostic, la malariathérapie, etc..., car nous considérerons ici l'emploi des Insectes eux-mêmes ou des substances en dérivant, et non le rôle qu'ils peuvent jouer dans l'expérimentation biologique appliquée à la thérapeutique.

Nous mentionnerons cependant brièvement l'emploi des chenilles du Lépidoptère *Galleria melonella* pour tester l'action antituberculeuse de certains médicaments (Cattaneo et Morellini, 1950) ; en effet, d'après certains auteurs, *G. melonella* dont les chenilles se nourrissent de la cire des ruches possèderait une lipase capable d'agir sur le revêtement cireux du Bacille de Koch, ce mode d'action ne semblant pas d'ailleurs être le seul (cf. Pavan, 1952 pour la discussion des diverses hypothèses proposées au sujet de cette action antibiotique). En tout cas, nous noterons ici que la multiplication du B. K. inoculé dans le liquide coelomique des chenilles qui se poursuit au cours de la métamorphose sans que l'imago soit affecté, a permis aux deux auteurs mentionnés ci-dessus de se servir de ce Lépidoptère comme réactif biologique.

Certains insectes (*Camponotus*, *Scarites*) étaient encore employés au XXe siècle, en Asie Mineure et en Algérie, pour suturer des plaies banales de l'homme ou des animaux domestiques, et des Indiens d'Amérique du Sud (Guyane) semblent encore à l'heure actuelle employer les fourmis à de telles fins.

Cette pratique date d'environ 3.000 ans et fournit la preuve de la survivance de traditions millénaires dans les civilisations primitives actuelles.

D'après Verdun et Mandoul, la soie du *Bombyx* du mûrier a servi à suturer les plaies, sous le nom de « crin de Florence ».

b) *Myiases chirurgicales.*

Cette méthode est basée sur le dépôt de larves de certains Diptères Brachycères (*Lucilia*, *Phormia*) dans les plaies purulentes et de cicatrisation difficile.

Dès le XVIe siècle, Ambroise Paré avait observé l'action bienfaisante de ces larves déposées dans les plaies, sur les champs de bataille.

La méthode fut perfectionnée par Baer (élevages stériles de ces larves) et appliquée au traitement des ostéomyélites.

D'après Brumpt (1949), des extraits de larves semblent donner d'aussi bons résultats, ce qui laisse supposer la présence d'antibiotiques ou de substances très actives.

Pavan (1952) vient de retracer l'historique de la question.

c) *Compresses et Pansements.*

Hinman (1933) rappelle l'emploi de la cire d'abeilles (*cera flava*) dans la confection de certaines compresses chirurgicales. Bien que les Araignées ne soient pas à proprement parler des Insectes, nous rappellerons ici l'emploi de leurs toiles comme pansements chez différents peuples (Lloyd 1921).

Argenti et Rose ont récemment mentionné cet usage dans la médecine populaire de l'île de Chio (Grèce), Decary chez les Malgaches, et Carr (1951) chez divers Indiens d'Amérique du Nord. Larribaud rapporte que les indigènes de Tindouf (Maroc) emploient de tels pansements lors de la circoncision.

2. - Emploi des Insectes en Pharmacie.

Une quantité prodigieuse d'Insectes ont été employés dans la pharmacopée populaire de différents peuples, depuis l'Antiquité, comme l'attestent les articles de Netolitzky (1913, 1916).

Nous ne citerons ici que quelques exemples choisis parmi les plus intéressants et conformes aux données de la thérapeutique contemporaine.

a) *vésicatoires.*

Les Coléoptères vésicants du groupe des Méloïdes (*Lytta vesicatoria* L.) fournissent un principe cristallisé très actif : la cantharidine et ont été de ce fait employés comme vésicatoires depuis l'Antiquité contre diverses maladies où une action révulsive locale est nécessaire (cf. Harant et Théodoridès, 1950).

De nos jours on ne s'en sert guère plus qu'en Médecine vétérinaire comme nous le verrons plus loin.

b) *vomitifs.*

Les indigènes australiens au cours de fêtes de tribus récoltent un Lépidoptère Hétérocère dont ils enlèvent les ailes et les pattes. Ils les fument et les conservent par séchage ; la farine obtenue par broyage donnerait d'après Kunze une pâte vomitive.

c) *fortifiants.*

Les fourmis rouges (*Camponotus*) étaient encore consommées vers 1900 par les bûcherons du Maine (Etats-Unis) comme fortifiant et antiscorbutique ; cette pratique se retrouve chez certains Indiens, d'après Carr, qui mentionne l'utilisation des fourmis, citée par la « London Pharmacopeia » de 1696. Là encore le présent rejoint le passé.

Carr mentionne aussi la consommation faite par les Indiens Montauk de Long Island, des galles d'un Hyménoptère Cynipide consommées sous le nom de « sour jugs » comme source probable de vitamine C.

d) *apicothérapie.*

Les injections sous-cutanées de venin d'abeille associé à la novocaïne ont donné quelques bons résultats dans le traitement des arthrites rebelles (Beck 1935, Weiss 1947), contre certains vomissements de grossesse, et dans les affections prurigineuses.

De même, Bornet (1937) et Bénitte (1938) ont employé avec succès l' « apivène » (venin d'abeille désalbuminé) comme adjuvant à la cure thermale dans le traitement de rhumatismes déformants et de sciatiques ; le travail de Bornet contient de nombreuses références sur l'apicothérapie dans le passé et le présent.

D'autre substances élaborées par les abeilles peuvent avoir des applications thérapeutiques, sans que toutefois celles-ci soient généralisées :

Chauvin (1951) a récemment insisté sur les propriétés médicinales de certains miels consommés par voie buccale. Vergé (1952) a montré *in vitro* l'action antibactérienne de la propolis, du miel et de la gelée royale. Mc Cleskey et Melampy (1938) avaient égale-

ment montré le pouvoir germicide de cette dernière substance qui contiendrait, en outre, d'actifs principes de croissance et de rajeunissement cellulaires.

e) *homéopathie.*

Les abeilles et leur venin étaient fort utilisés au Moyen-Age, et l'école homéopathique s'en sert fréquemment encore de nos jours après triturations et dilutions successives.

Sous l'appellation « *apium virus* » (venin) et *Apis mellifica*, ces Hyménoptères sont employés dans les maladies de la peau, les œdèmes, les cystites, les douleurs articulaires.

De même, la Cantharide est spécifique des voies génito-urinaires ; *Coccus cacti* des toux rebelles et coqueluches ; *Formica rufa* est prescrite dans certaines infections entérorénales et certains troubles digestifs et rhumatismaux. Nous ne pouvons citer ici la quarantaine d'Arthropodes utilisés dans cette pharmacopée dont la matière médicale mériterait un plus vaste développement.

3. - Emploi des Insectes en Médecine Vétérinaire.

Si les médications vétérinaires actuelles sont relativement identiques à celles utilisées pour l'homme, sauf en ce qui concerne la posologie, les préparations vésicantes ont conservé leur actualité en ce qui concerne les grands animaux.

Ces préparations commercialisées sous le nom d' « onguent vésicatoire », et de « feux » sont utilisées comme résolutifs et maturatifs dans le traitement de certaines lésions articulaires et osseuses ainsi que de certaines contusions.

Leur application sur la peau permet l'amélioration de certaines tares connues en langage hippique sous les noms de « suros », « vessigons », « molettes ».

Leur utilisation comme aphrodisiaque n'est pas à conseiller par suite des risques de néphrite.

En Amérique, de vieilles méthodes empiriques utilisaient les propriétés vermifuges de cires d'Hyménoptères.

En Auvergne, l'abbé Compte signale le curieux usage des foumilières préconisé par certains « panseurs de bêtes » ; on mettait en sacs le contenu d'une ou de deux fourmilières que l'on chauffait à sec et que l'on appliquait sur la cage thoracique comme un cataplasme ; il s'agissait sans doute d'une action révulsive due à l'acide formique de ces Hyménoptères.

Citons encore pour mémoire l'utilisation de l' « onguent *Scarabaeus* » dont Solleysel nous a révélé la préparation : « trois cents escarbots ou vers noirs qui laissent couler une huile puante sont

broyés dans de l'huile de laurier » ; au bout de trois mois, on peut fondre la préparation, la passer dans un linge et l'appliquer sur les contusions et « molettes » des chevaux.

CONCLUSION

Ce rapide aperçu nous permet de voir que les Insectes ont joué et jouent encore un certain rôle dans l'alimentation et la thérapeutique humaines, même s'il n'atteint pas le degré d'importance des plantes.

Il ne faut cependant pas oublier que les Insectes ne constituent qu'une partie seulement du règne animal, et que de ce fait, il est difficile de les mettre en parallèle avec le règne végétal considéré dans son ensemble.

Parmi les espèces utilisées, nous remarquerons qu'elles appartiennent en grande majorité aux Insectes supérieurs (Holométaboles), et en particulier aux Hyménoptères, Coléoptères et Diptères.

Depuis les temps les plus reculés (Inde), des Insectes étaient utilisés en thérapeutique et cette pratique a été perpétuée lors des débuts vraiment scientifiques de la Zoologie car, comme l'a récemment écrit E. Callot à propos du développement des Sciences biologiques au XVIe siècle : « ...on ne conçoit pas que les plantes ou les animaux peuvent avoir quelque autre intérêt que la *satisfaction des besoins de la thérapeutique*... »

Ce souci d'applications thérapeutiques a été pour beaucoup dans le développement des Sciences Naturelles à partir de la Renaissance, et il convient de le rappeler ici.

Avec les temps modernes et les données de la thérapeutique contemporaine, ces pratiques (hormis l'usage des Cantharides en Médecine vétérinaire), ont peu à peu disparu, mais, ces dernières années, la découverte des antibiotiques a incité certains biologistes et biochimistes à en rechercher chez les Insectes.

Ce domaine est encore peu exploré, mais il semble d'ores et déjà que certains Hyménoptères (Fourmis, Abeilles) puissent fournir de très actives substances antibactériennes.

Ainsi, et d'ailleurs le fait est général dans l'Histoire de la Zoologie, aux tâtonnements empiriques (emploi de toutes sortes d'Insectes sans une connaissance préalable de leurs propriétés thérapeutiques) ont succédé des recherches méthodiques sur certaines espèces qui semblaient réellement efficaces.

D'une façon plus générale, il serait très intéressant d'étudier le rôle des Insectes dans l'histoire des civilisations et leur emploi en alimentation et en thérapeutique ne constitue qu'une facette, la plus scientifique peut-être, de ces rapports Insecte-Homme.

Il s'agit également là d'un chapitre de l'Histoire de la Zoologie médicale sur lequel nous avons pensé qu'il était bon d'attirer l'attention de l'historien des Sciences Naturelles.

Ph. DEWAILLY et J. THÉODORIDÈS.
(Février 1953.)

Bibliographie sommaire (1).

1935. BECK (F.). — *Bee venom, its nature and effects on arthritic and rhumatoid conditions.* Un vol. New-York.

1938. BÉNITTE (A. C.). — *Expérimentation de l'apicothérapie à l'Hôpital Militaire thermal de Bourbonne-les-Bains.* Bull. Soc. Méd. Mil. Fr. 32, 1, 119-21.

1941. BERGIER (E.). *Peuples entomophages et insectes comestibles.* Un vol. 231 p., Avignon, Rullière, édit.

1928. BODENHEIMER (F. S.). — *Materialen zur Geschichte der Entomologie.* Junk, Berlin. Vol. 1, 498 p.

1951. BODENHEIMER (F. S.). — *Insects as human food.* Junk, La Haye, 1 vol. 352 p.

1937. BORNET (J.). — *Expérimentation de l'apicothérapie à l'Hôpital Militaire thermal de Bourbonne-les-Bains.* Thèse Méd. Paris, 81, p. Jouve édit.

1949. BRUMPT (E.). — *Précis de Parasitologie.* 2 vol. Masson édit, Paris (vol. II 1045-2138).

1951. CARR (L. G.). — *Interesting animal foods, medicines and omens of the eastern Indians, with comparisons to ancient European practices,* J. Washingt. Acad. Sci. 41, 7, 229-35.

1950. CATTANEO (C.) et MORELLINI (M.). — *L'action antituberculeuse des médicaments étudiée au moyen de la* Galleria melonella. *Sci. Med. Ital.* 1, 93-99, 4 fig.

1951. CHAUVIN (R.). — *Valeur thérapeutique du miel.* L'Apicult. 1951, 4, (Sect. Sci.) 29-40.

1925. GUDGER (E. W.). — *Stitching wounds with the mandibles of ants and beetles. A minor contribution to the history of surgery.* J. Amer. Med. Assoc. 84, 1861-64.

1950. HARANT (H.) et THÉODORIDÈS (J.). — *De l'utilisation des Coléoptères en Thérapeutique.* Montpell. Méd. 37-38, 175-82.

1953. HINMAN (H.). — *The use of Insects and other Arthropods in Medicine.* J. Trop. Med. Hyg. 36, 128-34.

1893. KUNZE (R. E.). — *Entomological materia medica.* World Med. Congr. Chicago (2 juin), 20 p.

1921. LLOYD (J. T.). — *Spiders used in Medecine.* Amer. J. Pharm. 93, 18-24.

1938. MAC CLESKEY (C. S.) et MELAMPY (R. M.). — *Bactericidal activity of « royal jelly » of the honeybee.* J. Bact. 36, 324.

1913. NETOLITZKY (F.). — *Die Volksheilmittel aus dem Insektenreich.* Pharm. Post 1913, 7 p.

1916. NETOLITZKY (F.). — *Insekten als Heilmittel.* Ibid, 1916, 46 p.

1952. PAVAN (M.). — *Sugli antibiotici di origine animale.* Boll. Inst. Sieroter. Mil. 31, 3-4, 195-208 ; 5-6, 232-45.

1949. THÉODORIDÈS (J.). — *Les Coléoptères comestibles.* Nat. Belg. 30, 8-9, 126-37, 1 pl.

1951. VERGÉ (J.). — *L'activité antibactérienne de la propolis, du miel et de la gelée royale.* L'Apicult. 1951 (*Sect. Sci*) 10 p.

1947. WEISS (H. B.). — *Entomological medicaments of the past.* J. N. Y. Ent. Soc. 55, 155-68.

---

(1) Nous ne donnons ici que les références qui nous semblent les plus importantes, certains des travaux cités ci-dessous (Hinman, Netolitzky, Weiss) donnant la bibliographie très complète des travaux antérieurs aux leurs.

LES LIVRES REÇUS

AHLFORS (Lars V.). — Complex Analysis (Mc Graw Hill Book C°, New-York et Londres) 27/6.

AUDUBERT (René). — Electrolyse (Presses Universitaires, Paris) 2.400 francs.

BOREL (Emile). — Les nombres premiers (Coll. « Que sais-je ? », Presses Universitaires, Paris), 152 francs.

BROGLIE (Louis de). — Eléments de théorie des Quanta et de Mécanique ondulatoire (Gauthier-Villars, Paris), 3.000 francs.

BOULIGNAND et RIVAUD. — L'enseignement des Mathématiques générales par les problèmes II (Vuibert, Paris), 3.500 francs.

AMAT (Gilbert). — Contribution à l'étude de l'intensité des bandes d'absorption infrarouge (Publ. Scient. et Tech. du Ministère de l'Air) 1.000 fr.

CHAMBADAL (P.). — Les diagrammes enthalpie-entropie. Applications à l'air et aux gaz de combustion (Dunod, Paris), 940 francs.

DEMTCHENKO (Basile). — Régulation hydraulique d'alimentation des turbines (Publ. Scient. et Tech. du Ministère de l'Air), 1.500 francs.

DESTOUCHES (Jean-Louis). — Méthodologie. Notions géométriques (Gauthier-Villars, Paris), 3.000 francs.

DOGNON (André). — Les ultrasons et leurs applications (Coll. Science Vivante, Presses Universitaires), 500 francs.

EINSTEIN (Albert). — The Meaning of Relativity (Princeton University Press), 3 dollars 50.

FERAY (Jacques) et CHATEL (René). — L'Acier (Coll. « Que sais-je ? », Presses Universitaires, Paris), 152 francs.

GAYDON (A. G. — Dissociation Energies and spectra of diatomic molecules (Chapman and Hall, Londres), 35/-.

X **GONSETH (Ferdinand).** — La Géométrie et le Problème de l'Espace. V. Les Géométries non euclidiennes (Ed. du Griffon, Neufchatel et Dunod, Paris), 690 francs.

GRASSE (Pierre.). — Traité de Zoologie. Tome I, fascicule II, Protozoaires : Rhizopodes, Actinopodes, Sporozoaires, Cnidosporidies (Masson, Paris), broché : 9.215 francs, relié : 9.935 francs.

KOUATS (A. de) et DESMOR (G.). — Pompes, ventilateurs, compresseurs (Dunod, Paris), 3.000 francs.

LIEB (H.) et SCHONIGER (W.). — Manuel pratique de Préparations organiques avec de petites quantités de substance (Masson, Paris), 1.295 francs.

NOYES (G. P.), CAMAC (M.) et WALKER (W. D.). — High Energy Nuclear Physics (Interscience publishers Inc. New York et Londres), 2 dollars.

PESEZ (M.) et POIRIER (P.). — Méthodes et réactions de l'analyse organique. II. Méthodes de caractérisation (Masson, Paris), 2.590 francs.

ROGER (P.) et RAT (R.). — Lumière et couleurs. Notions d'optique et de chimie (Eyrolles, Paris), 990 francs.

SAMUEL (Pierre). — Algèbre locale (Mémorial des Sciences Mathématiques, fasc.CXXIII, Gauthier-Villars, Paris), 950 francs.

Léon JULLIOT de la MORANDIÈRE

Président de l'Association Française
pour l'Avancement des Sciences

M. Léon Julliot de la Morandière est né le 9 septembre 1885, à Granville (Manche).

Issu d'une famille de robe, il a suivi les traditions de ses ancêtres et a acquis ses grades de licencié en droit, à la Faculté de Rennes, en 1905, de docteur en droit ès sciences juridiques, en 1908 et de docteur ès sciences politiques et économiques, en 1910, à la Faculté de droit de Paris.

Il prépara ensuite l'agrégation de droit privé. Chargé de cours à la Faculté de droit d'Alger en 1911, il fut reçu au concours en 1912.

Il fut alors attaché comme agrégé à la Faculté de droit de Rennes et devint professeur en 1918.

Le 1er janvier 1919, il fut transféré à l'Université de Strasbourg, où il occupa la chaire de droit civil jusqu'au 1er janvier 1923.

A cette date, il fut appelé comme chargé de cours à la Faculté de droit de Paris. Il y a enseigné successivement le droit international privé, la législation industrielle, le droit comparé et le droit civil. Depuis le 1er janvier 1928, il est titulaire d'une chaire de droit civil.

Le 1er décembre 1944, un vote de ses collègues le désigna à l'agrément du Ministre comme Doyen de la Faculté de droit de Paris. Ces fonctions lui ont été renouvelées à plusieurs reprises jusqu'à ce jour.

Les travaux de M. de la Morandière ont porté principalement sur le droit civil et le droit international privé.

Après des thèses remarquées sur « La Réserve mathématique des primes dans l'Assurance » et « La Règle « nulla pœna sine lege », il s'est consacré, à la demande d'Henri Capitant, à la continuation et à la refonte du célèbre ouvrage de droit civil d'Ambroise Colin et d'Henri Capitant et du Précis de droit civil de la Maison Dalloz. Depuis la mort, en 1937, d'Henri Capitant, il a assuré seul la publication et le remaniement de ces ouvrages.

Mais, en dehors de son travail scientifique, M. de la Morandière s'est beaucoup occupé de la réforme de la législation. Lorsqu'il était à

Strasbourg, il fut secrétaire de la Commission chargée de préparer dans les départements recouvrés d'Alsace-Lorraine la réintroduction des lois françaises et, à ce titre, il rédigea des projets qui sont devenus les lois de réintroduction du code civil et du code du commerce français, en 1924. En 1928, il fut membre du Comité de rédaction franco-italien pour un projet de code des obligations, commun à la France et à l'Italie. En 1932, il rédigea, pour le compte du Ministère de la Justice, le projet qui est devenu la loi du 18 février 1938, supprimant la puissance maritale et l'incapacité de la femme mariée. De 1944 à 1946, il fut membre, auprès du Gouvernement provisoire de la République, du Comité juridique chargé de la révision des ordonnances de ce gouvernement. Depuis 1945, il préside l'importante Commission chargée au Ministère de la Justice d'élaborer un projet de réforme du code civil français.

Ajoutons que M. de la Morandière participe aux travaux du Conseil d'Etat depuis 1946, en qualité de Conseiller d'Etat en service extraordinaire.

Sa réputation de juriste l'a amené à accomplir de nombreuses missions à l'étranger. De 1928 à 1930, il fut délégué du Gouvernement français, à des commissions chargées de préparer des traités sur la condition des Italiens en France et sur l'exécution des jugements entre la France et l'Italie. En 1932, il fut délégué à Londres du Gouvernement français à des négociations en vue d'un traité sur l'exécution des jugements entre la France et la Grande-Bretagne. Mais surtout, de 1933 à 1936, il dirigea la Maison franco-japonaise à Tokio. Cette maison est un établissement analogue à l'Ecole française de Rome, qui abrite un certain nombre de jeunes intellectuels français étudiant l'Extrême-Orient et établit la liaison avec les artistes, les savants et les universitaires de ce pays. En 1939, le Gouvernement colombien l'a appelé à participer aux travaux de révision du code civil de Colombie. Il a été bien entendu appelé à faire des conférences dans de très nombreux pays étrangers. Il est docteur *honoris causa* des Universités de Thessalonique, de Prague, de Cambridge, de Santiago du Chili, de Fouad Ier, du Caire, de Liége, de l'Université Laval de Québec, de Louvain. Il est membre de l'Académie des Arts et des Sciences de Boston et membre de l'Académie impériale du Japon.

Inutile de préciser que, comme doyen de la Faculté de droit de Paris, il est membre du Conseil de l'Université de Paris, membre du Conseil de l'Enseignement supérieur à l'Education nationale, membre du Comité consultatif de l'Enseignement supérieur ; également membre du Directoire du Centre national de la Recherche scientifique, comme représentant des Sciences humaines.

Ses travaux scientifiques, la grande autorité qu'il a acquise sur les étudiants et dans les milieux universitaires ont appelé sur lui l'attention de l'Institut de France et, en 1946, il a, à l'Académie des Sciences Morales et Politiques, été élu au fauteuil de l'un de ses prédécesseurs, le doyen Berthélémy.

Notre notice sera à peu près complète si nous disons que le doyen de la Morandière fut, de 1914 à 1918, mobilisé au 44e et au 7e régiments d'artillerie de campagne. Il fut successivement, à ce dernier régiment, aspirant, sous-lieutenant et lieutenant et demeura au front jusqu'au 19 juillet 1918, jour où il fut grièvement blessé, à la tête de la batterie de 75 qu'il commandait. Pendant la dernière guerre, il participa activement à la résistance. C'est ainsi qu'à sa Croix de Commandeur de la Légion d'honneur et à sa Croix de Guerre 1914-1918 s'est ajoutée la Médaille de la Résistance.

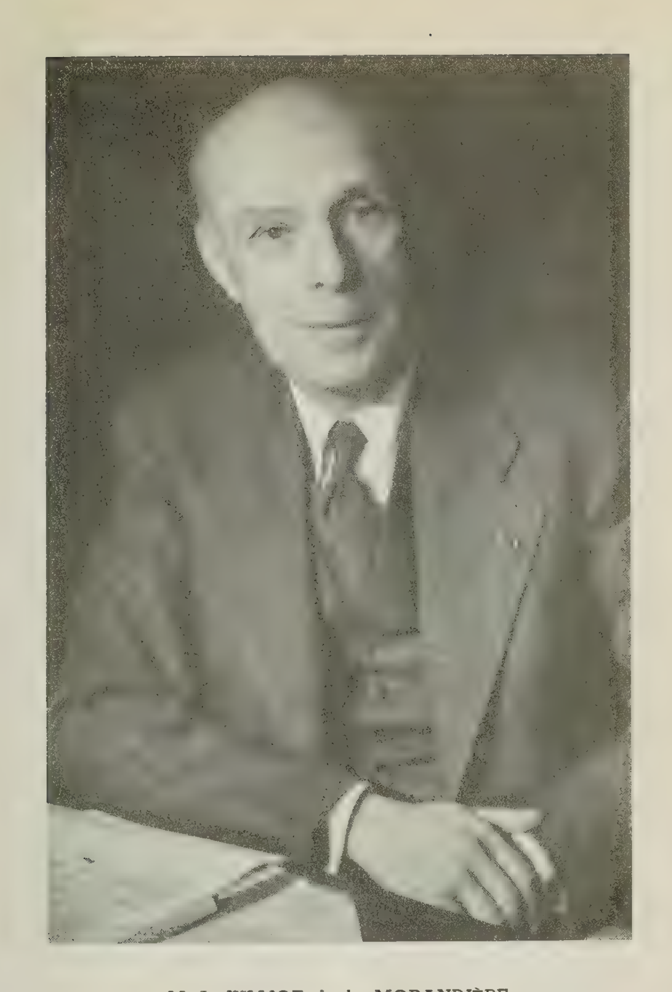
CONGRÈS DE LUXEMBOURG

Sous le Haut Patronage de Son Altesse Royale

Monseigneur le Prince de Luxembourg

COMITÉ DE PATRONAGE

S. Exc. Monsieur le Ministre de Belgique à Luxembourg ;
S. Exc. Monsieur le Ministre de France à Luxembourg ;
S. Exc. Monsieur le Ministre de Grande-Bretagne à Luxembourg ;
S. Exc. Monsieur le Ministre des Pays-Bas à Luxembourg ;
S. Exc. Monsieur le Ministre d'Allemagne à Luxembourg ;
S. Exc. Monsieur le Ministre d'Italie à Luxembourg ;
S. Exc. Monsieur le Ministre des Etats-Unis d'Amérique à Luxembourg ;
Monsieur Emile REUTER, Président de la Chambre des Députés ;
Monsieur Pierre DUPONG, Ministre d'Etat, Président du Gouvernement ;
Monsieur Joseph BECH, Ministre des Affaires Etrangères ;
Monsieur Alfred LOESCH, Grand Maréchal de la Cour ;
Monsieur Pierre FRIEDEN, Ministre de l'Education Nationale ;
Monsieur Victor BODSON, Ministre de la Justice ;
Monsieur Nicolas BIEVER, Ministre du Travail ;
Monsieur Michel RASQUIN, Ministre des Affaires Economiques ;
Monsieur Félix WELTER, Président du Conseil d'Etat ;
Monsieur Emile HAMILIUS, Bourgmestre de la ville de Luxembourg ;
Monsieur de BOURBON-BUSSET, Directeur Général des Relations Culturelles au Ministère des Affaires Etrangères, Paris.



M. L. JULLIOT de la MORANDIÈRE
Membre de l'Institut
Doyen de la Faculté de Droit de Paris
Président de l'Association Française pr l'Avancement des Sciences pr 1953



S. A. R. le Prince FELIX de LUXEMBOURG
qui a bien voulu accorder son Haut Patronage au Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences

COMITÉ D'HONNEUR

MM. R. ALS, Ministre du Luxembourg à Paris;
L. BOUVIER, Directeur Général de l'ARBED;
N. BRAUNSHAUSEN, Ancien Ministre;
F. CHOME, Président du Conseil d'Administration de l'ARBED;
G. CHRETIEN, Directeur Général adjoint de la Société HADIR;
I. COMES, Président de la Section de Linguistique de l'Institut G.-D.
G. FABER, Directeur honoraire du Lycée de Garçons;
M. FELTEN, Directeur Général adjoint de Radio-Luxembourg;
J. FOURNEAU, Directeur Général de la Société Minière et Métallurgique de Rodange;
A. FUNCK, Ancien Ministre du Luxembourg à Paris;
Ch. GONNER, Directeur Général adjoint de l'ARBED;
R. KIEFFER, Directeur du Lycée de Jeunes Filles;
L. LECONTE, Directeur de la Compagnie G.-D. d'Electricité du Luxembourg;
A. LEFEVRE, Directeur de la Compagnie G.-D. d'Electricité du Luxembourg;
Dr. H. LOUTSCH, Président de la Section des Sciences Médicales G.-D.;
N. MARGUE, Ancien Ministre, Président de la Section Historique de l'Institut G.-D.;
J. MEYERS, Conservateur du Musée d'Histoire de l'Etat;
J.-P. MUSQUAR, Président de l'Association Luxembourgeoise des Ingénieurs et Industriels;
J. PETIT, Directeur de l'Office d'Information au Ministère d'Etat;
R.-L. PEULVEY, Directeur de Radio-Luxembourg;
E. PROBST, Professeur, attaché au Ministère des Arts et des Sciences;
H. ROGER, Directeur Général de la Société HADIR;
Dr. P. SCHMOL, Directeur du Laboratoire bactériologique de l'Etat;
F. SIMON, Ancien Ministre;
A. SPRUNCK, Directeur de la Bibliothèque Nationale;
J.-P. STEIN, Directeur de l'Athénée;
A.-P. THIBEAU, Directeur du Lycée de Garçons;
A. WAGENER, Directeur de l'ARBED e. r.;
P. WEBER, Secrétaire Général de la Chambre de Commerce;
P. WINTER, Conseiller de Gouvernement au Ministère de l'Education Nationale;
A. WIRION, Ingénieur, Directeur des Ponts et Chaussées.



LES LIVRES

R. O. ACKERLEY. — La Science de l'éclairage artificiel, traduit de l'anglais par Nampon, Eyrolles, Paris, 1952, 97 pages, 41 figures, 32 planches.

Le but de cet ouvrage est de donner, sur les points essentiels, des connaissances suffisantes aux architectes et aux ingénieurs qui ont à s'occuper des questions d'éclairage.

Le livre est divisé en trois parties : principes fondamentaux de l'éclairage artificiel, projets d'installation, pratique de l'éclairage.

A l'exception d'un court chapitre relatif à l'illumination des monuments, ce travail ne traite que de l'éclairage intérieur des habitations.

M. PARODI.

J. M. BLATT, V. F. WEISSKOPF. — Theoretical nuclear Physics (Physique nucléaire théorique). — Un vol. 864 p., J. Wiley et Sons, New-York et Chapman et Hall, London, 1952. Prix : 12 $ 50.

L'ouvrage de MM. Weisskopf et Blatt constitue le traité d'ensemble le plus complet existant actuellement sur les théories de la physique nucléaire. Nos connaissances sur la structure et les propriétés des noyaux atomiques s'accroissent très rapidement et des théories semi-empiriques réalisent des synthèses partielles qui, malgré des lacunes, permettent de réaliser des interprétations structurales assez cohérentes des principaux faits expérimentaux. Les physiciens ne disposent pas encore d'une théorie générale complètement acceptable sur l'origine des forces nucléaires, la théorie du champ mésique ayant rencontré, après des succès initiaux, des difficultés inextricables de telle sorte que l'on ne peut dire encore si ses succès ne venaient pas d'une analogie de structure entre les termes du premier ordre résultant d'une application des théories mésiques et les termes analogues fournis par une théorie complètement différente dans ses concepts fondamentaux. Néanmoins, diverses théories semi-empiriques (phénoméno-logiques) coordonnent d'une façon très cohérente des séries de phénomènes et de propriétés nucléaires. Ces théories sont destinées à subsister même si nous disposons dans un avenir proche d'une théorie générale des forces nucléaires, de la même façon que les règles de classification spectrale ont subsisté après la découverte de la mécanique ondulatoire et son application à la spectroscopie atomique. MM. Blatt et Weisskopf ont rassemblé et coordonné ces théories semi-empiriques et les faits sur lesquels elles s'appuient de telle sorte que leur ouvrage se présente comme une somme de ce qui semble pouvoir être considéré aujourd'hui comme acquis dans la connaissance de la structure nucléaire. Très documenté, il rendra les plus grands services tant aux expérimentateurs qu'aux théoriciens de la physique du noyau pour lesquels il constituera un ouvrage de base. Les principaux chapitres ont d'ailleurs été déjà exposés ou discutés devant les physiciens français dans le cours ou le séminaire de M. Weisskopf à l'Institut Henri Poincaré, en 1951.

En raison de l'ampleur de cet ouvrage, je me bornerai à donner ici une vue très sommaire des questions exposées.

Après avoir donné au chapitre I une vue générale sur les principaux caractères des noyaux atomiques, MM. Blatt et Weisskopf exposent au chapitre II l'état actuel de la théorie du problème nucléaire des deux corps aux

basses énergies (état fondamental du deutéron, diffusion neutron-proton et proton- proton, forces tensorielles, théories du deutéron). Au chapitre III, on discute les caractères fondamentaux des forces nucléaires et leurs essais d'interprétation (stabilité des noyaux, forces d'échange, conditions de saturation des différents types de forces). Le chapitre IV revient sur le problème des deux corps, mais aux grandes énergies (diffusion neutron-proton et proton-proton) tandis que le chapitre V expose les théories proposées pour les systèmes de trois et de quatre corps (états fondamentaux pour le triton et la particule alpha). Les chapitres VI et VII sont consacrés à la spectroscopie des états nucléaires, théorie générale et modèles particuliers (modèle de Wigner, modèle à particules indépendantes, modèle à particules alpha, modèle de la goutte liquide). Les chapitres VIII, IX et X exposent la théorie des réactions nucléaires, théorie générale (sections efficaces, théorie du noyau composé, théorie de la résonance nucléaire), applications aux expériences (réaction induites par l'action des neutrons, des protons et des particules alpha, réactions entre noyaux légers), théorie formelle des réactions nucléaires (théorie de la matrice de diffusion, théorèmes de conservation et réciprocité, répartition angulaire des produits de réaction, formule de Wigner pour plusieurs niveaux, niveaux de résonance des noyaux composés). Le chapitre XI examine la théorie de la radioactivité alpha naturelle. Le chapitre XII est consacré à l'examen des théories de l'interaction nucléaire avec le rayonnement électromagnétique (théories du rayonnement multipolaire et des règles de sélection, calcul des probabilités d'émission et d'absorption multiple, transitions radiatives dans le problème des deux corps, théorie de la conversion interne, transitions entre états nucléaires excités, effet photo-nucléaire). Le Chapitre XIII expose la théorie de la radioactivité béta (forme générale des spectres béta, théorie détaillée dans le cas des transitions des différents ordres, détermination des éléments de matrice, théorie des transitions béta d'ordres supérieurs). Le chapitre XIV introduit la nouvelle théorie de la structure nucléaire en couches (nombres magiques, interprétation par le modèle de G. Mayer).

Deux appendices, le premier sur les opérateurs du moment angulaire et leurs fonctions propres, le second sur le rayonnement multipolaire complètent l'ouvrage. Nous signalerons, en outre, à la suite de chaque chapitre, une liste de tous les symboles utilisés et, terminant l'ouvrage, une très importante bibliographie.

G. PETIAU.

BLONDEL (F.), DAUMAIN (G.). — Bibliographie géologique et minière de la France d'Outre-Mer. — Tome I (2e édition). 1 vol. in-8, 567 pages. Paris, 1952. **Publication du Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales.**

Ce volume a vu le jour à l'occasion du Congrès géologique international réuni à Alger en septembre 1952. La première édition datait de 1941. Celle-ci, complétée et mise à jour, ne traite que de l'Afrique du Nord. Un tel travail n'a été possible que grâce à la permanence de documentation que constitue un organisme tel que le Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales qui fonctionne depuis plus de vingt ans. Remercions les auteurs dont nous connaissons l'activité inlassable.

R. FURON.

BROCKMANN-JEROSCH (Marie), HEIM (Arnold), HEIM (Hélène). — Albert Heim. Leben und Forschung. — 1 vol. in-8, 268 pages, 11 fig., Bâle, 1952, Wepf et Cie, édit. (Prix 18,50 fr. suisses.)

Ce livre écrit à la mémoire et à la gloire du grand géologue suisse, retrace sa vie publique et privée. Né à Zurich en avril 1849, mort en 1937, Albert Heim eut une vie longue et bien remplie. Nul géologue n'ignore ses œuvres essentielles : « Der Mechanismus der Gebirgsbildung », « Die Geologie der Schweiz », « Handbuch der Gletscherkunde », etc...

Esprit universel, précurseur de la géologie aérienne, Albert Heim a traversé le Jura et les Alpes en ballon le 3 octobre 1898, il s'est intéressé à la Préhistoire et c'est lui qui découvrit le célèbre « Renne broutant » de Thayngen, il s'est encore consacré à la prospection et aux expertises, aux chiens, à la lutte contre l'alcoolisme et à la morale.

On peut regretter, que cet ouvrage luxueusement édité, ne contienne pas une liste complète des œuvres imprimées du vieux maître.

R. FURON.

COURTY (C.). — Charbons activés (Adsorption des gaz et des vapeurs). — préface de M. le Professeur J. Duclaux, de l'Institut. Un vol. in-8 de IX-534 pages avec 118 figures. Edit. : Gauthier-Villars, Paris, 1952. Prix : 4.500 fr.

On appelle **charbon activé** tout charbon ayant subi une préparation particulière et qui, de ce fait, possède à un haut degré, la propriété de fixer et de retenir les fluides amenés à son contact. L'arrêt des gaz et des vapeurs par le charbon de bois est un phénomène connu depuis longtemps puisque, déjà en 1777, l'Italien Fontana, en refroidissant dans du mercure du charbon de bois fraîchement calciné, constatait qu'il absorbait les gaz.

A en croire le titre, l'ouvrage de M. Courty, Professeur de Chimie physique à la Faculté des Sciences de Lyon, est consacré uniquement aux charbons activés, mais son programme réel dépasse, de loin, ce domaine restreint, car leur étude nécessite des connaissances assez étendues dans les domaines les plus variés de la science moderne.

L'utilité des théories, même pour la pratique quotidienne n'est pas niable. Mais l'inverse est plus vrai encore et l'expérience reste reine. M. Courty ne l'a pas oublié et a pris grand soin d'enrichir son texte en données pratiques, réussissant ainsi à y condenser une initiation aux plus hautes spéculations et ce que l'on pourrait presque appeler, suivant l'expression de M. J. Duclaux, « un guide de l'acheteur ». L'étendue de la biliographie permettra de juger l'ampleur de son effort.

E. CATTELAIN.

E. DARMOIS, Electricité, tome I, 397 pages, 363 figures, SEDES, Paris, 1953. 2.800 francs.

La Société d'Editions d'Enseignement Supérieur vient de faire paraître le premier volume du Cours d'Electricité, professé à la Sorbonne par M. E. Darmois.

Ce cours est extrêmement intéressant parce qu'il décrit les phénomènes électriques en tenant compte des résultats fondamentaux des théories physiques modernes ; un rôle prépondérent est attribué dans l'exposé aux particules dites élémentaires ; c'est pourquoi, ainsi que l'indique M. E. Darmois dans une brève introduction, il parle de la loi de Coulomb et des électrons depuis le premier chapitre jusqu'au dernier.

Il en parle d'ailleurs en maître qui, non content d'avoir largement contribué à la mise au point des théories modernes de l'électrolyse, veut initier les étudiants aux disciplines nouvelles en présentant pour chaque nature de phénomène son explication ou son interprétation suivant les mécaniques quantiques.

Ce premier volume comprend trente-trois chapitres dans lesquels l'auteur a accumulé une multitude de faits expérimentaux ou d'indications théoriques que l'on ne trouve pas dans les traités classiques. Malgré cette recherche de la nouveauté et de l'exactitude, l'ouvrage reste clair et de lecture facile.

Peut-être ce résultat n'est-il obtenu que parce que M. E. Darmois n'a pas hésité à élaguer largement les développements habituels et à présenter les résultats sous une forme très concise qui surprend un peu au début, mais à laquelle on s'habitue très vite, surtout quand on constate ce que l'auteur gagne grâce à cette présentation qui n'entraîne aucune obscurité.

M. PARODI.

M. DENIS-PAPIN et A. KAUFMANN. — Cours de calcul tensoriel appliqué (géométrie différentielle absolue). — Un in-8 raisin de 392 pages, 134 fig. Albin Michel, Paris, 1953. 3.440 francs.

L'outil mathématique auquel est consacré ce nouvel ouvrage (après deux autres des mêmes auteurs, traitant l'un des **matrices**, l'autre du **calcul opérationnel)** a une grande importance théorique et pratique. En fait, pour les ingénieurs, il sert toujours à préparer la mise en équations, souvent complexe des problèmes de l'électrotechnique ou de la dynamique des milieux continus.

Après des préliminaires géométriques (tenseurs en géométrie affine, en géométrie euclidienne, dans un espace de Riemann) et des indications faisant le pont avec le calcul matriciel, les auteurs abordent les applications d'une manière systématique, dans les secteurs suivants :

Dynamique générale ; dynamique des milieux continus, élasticité.

Réseaux électriques (de structure topologique plus ou moins complexe).

Relativité restreinte et champ électro-magnétique.

Des exercices font suite aux divers chapitres.

Deux addenda concernent les formes quadratiques et la théorie des groupes. Une riche biblographie leur fait suite. Il ne fait aucun doute que les deux auteurs aient participé à une œuvre de liaison entre la science abstraite et la technique, œuvre de grande fécondité.

G. BOULIGAND.

MATILA GHYKA. — Philosophie et mystique du nombre. — Un in-8 de la Bibl. Sc., 283 p., 30 tableaux. Payot, Paris, 1953. 990 francs.

Exposé à la fois électique et riche, qui ne manquera pas de charmer les esprits, aimant passer du nombre d'or à tout un cycle de légendes, de la logistique et de l'analyse combinatoire à la poésie ou à la musique. En fait, aucune connexion importante n'a été omise par l'auteur, qui a notamment expliqué comment une longue évolution « aboutit à l'extraordinaire spiritualisation de la mathématique occidentale vers une théorie des groupes, avec la notion d'invariant qui en découle ». Les aspects psychologiques apparaissent en pleine lumière, et après des remarques sur les nombres imaginaires, « un des domaines les plus bizarres des Sciences mathématiques », est souligné un fait curieux montrant « que les conceptions les plus étranges semblent toujours correspondre à une réalité » : la théorie des imaginaires est venue faciliter l'étude méthodique des courants alternatifs. Cantor et son transfini, Peano et sa courbe, Möbius et son ruban, ont été invoqués en temps utile. La chimie et la cybernétique sont à leur juste place dans ce livre qui note en terminant : « La mystique du nombre n'aboutit pas à des steppes glacées, mais parfois à des prairies riantes ornées des fleurs inattendues de l'imagination et protégées par les frondaisons bienveillantes de grands arbres millénaires. »

G. BOULIGAND.

GONDET, KUHNER, LAPOSTOLLE, CLOSTRE, WALLANSCHEK, PICQUENDAR, CHAVANCE et MOUTTE. — Deux tubes à ondes progressives pour câbles hertziens. Edition de la Revue d'Optique, Paris 1952.

Cet opuscule rassemble les exposés que les auteurs ont présenté en 1948 dans la Revue des Télécommunications, où ils faisaient connaître les résultats des travaux de la division « Tubes et Hyperfréquences » du Centre National d'Etudes des Télécommunications, pour arriver à déterminer les éléments de réalisation des tubes amplificateurs à ondes progressives.

Ce travail présente quatre grandes divisions :

— 1) Les tubes à ondes progressives, par G. Gondet ;

— 2) Réalisation et caractéristiques :

— Résultats généraux et technologie, par MM. Kuhner et Lapostolle ;
— Mesures et caractéristiques, par P. Clostre et R. Wallanschek.

— 3) Optique électronique :

— Etude des canons à électrons pour tubes à onde progressive, par J. E. Picquendar ;

— 4) Circuits associés :

— Adaptation d'un tube à onde progressive à des lignes coaxiales, par P. Clostre et R. Wallanschek ;
— Adaptation d'impédance d'un tube à onde progressive à un guide d'ondes, par P. Chavance et L. Moutte ;
— Un générateur de mesures en hyperfréquences, par P. Clostre et R. Wallanschek.

M. PARODI.

GUNDERSEN (Alfred). — Families of Dicotyledons. Introduction de plusieurs auteurs (voir ci-dessous). — Un vol. XVIII + 238 p., nombr. illustr. (de Maud H. PURDY). — **« A new xeries of Plant Science Books »**, ed. by F. Verdoorn, vol. XXV, Chronica Botanica C°, Waltham, Mass., U. S. A. (A Paris : libr. Raymann, 17 r. de Tournon). Pr. : dollars 4,75.

Gundersen a été, jusqu'en 1945, Curator du Brooklyn Botanic Garden ; Docteur de l'Université de Paris (1910), il fut élève de G. Bonnier. Dans sa Préface, il rappelle que Rendle, en 1925, en esquissant sa classification des Dicotylédones, suivit en général Engler, mais en modifiant cependant son système. Il rappelle aussi que, Hutchinson, en 1926, apporta un grand changement en séparant largement les végétaux ligneux des herbacés. Par rapport à la classification, qu'il suivit longtemps, de De Dalla Torre et Harms (1907), Gundersen apporte de grands changements, par ex., en commençant par les Winteraceae, Magnoliaceae et autres familles à carpelles séparés, en continuant par les groupes à placentation pariétale, en plaçant les Amentifères après les Hamaméliadales, les Ericales près des Théales, les Caryophyllales près des Primulales et les Umbellales près des Rubiales. Cependant, il suit les systèmes de Engler et de Bentham et Hooker chaque fois qu'ils correspondent à ses propres idées. Gundersen continue à étudier l'arrangement des familles et, depuis l'impression de cet ouvrage, signale qu'il adopte l'idée d'Hutchinson de placer les Santalales près des Célastrales.

Trois parties précèdent l'arrangement systématique des familles. L'introduction est formée de courts chapitres qui condensent les notions essentielles sur : Dicotylédones fossiles (Ch. A. Arnold), Anatomie du bois (O. Tippo), Carpelles et ovules (Th. Just), Embryologie (Herb. F. Copeland), utilisation de la Cytologie en Taxonomie (J. Herb. Taylor), rôle de la Phytogéographie en Phylogénie et, par suite, dans la Classification (W. H. Camp). Gundersen résume les caractères principaux des Dicotylédones (2e part.), puis présente une série de « notes historiques » (3e part.) relatives à la classification des végétaux commençant avec Lobelius (1616) ; il signale les changements les plus important apportés par les divers auteurs, donne un abrégé de la classification d'Engler et Prantl, insiste particulièrement sur les modifications proposées depuis 1900 et termine (pp. 48-49) en comparant la liste des ordres de Skottsberg (1940) avec la sienne.

L'auteur discute ses propres idées et celles des auteurs antérieurs dans les cinq premières pages de la 4e partie, énumère les ordres et familles qu'il supprime, ceux qu'il ajoute... Il présente ensuite (corps de l'ouvrage : pp. 59-216) les 240 familles de Dicotylédones qu'il reconnaît et répartit entre 40 ordres, ceux-ci réunis en 10 grands groupes : **Magniflorae, Cistiflorae,** groupe **Thea, Rosaeflorae,** groupe **Ulmus,** gr. **Malva,** gr. **Geranium, Dianthiflorae, Jasminiflorae, Rubiflorae.** Pour chaque ordre (Magnoliales, Ranales,

Piperales,... Rubiales, Asterales) sont indiqués : caractères principaux et nombres de chromosomes dans les différentes familles. Pour chaque famille : habitus, distribution générale résumée, nombre de genres (et parfois, noms vernaculaires) ; caractères taxonomiques (végétatifs, floraux, anatomiques) ; références aux auteurs antérieurs, comparaisons (rapports et différences) avec d'autres genres, d'autres familles.

Plusieurs diagrammes de classification (le sien et ceux d'autres auteurs), de très nombreuses figures (détails de fleurs, de fruits), très précises, très claires illustrent ce bel ouvrage qui se termine, comme il se doit, par la liste des ouvrages cités et l'index des noms botaniques. Cette œuvre magistrale fait le calcul de la classification systématique actuelle, mais dès les premières lignes de la Préface, Gundersen fait montre d'un esprit très ouvert en notant qu'une « classification naturelle des Dicotylédones est encore un travail pour l'avenir » et, en terminant, il fait siennes les paroles d'Abraham Lincoln qui, dit-il, peuvent fort bien s'appliquer à la Biologie systématique : « J'essaierai de corriger les erreurs où elles se montrent des erreurs et j'adopterai les vues nouvelles aussi loin qu'elles apparaîtront être vraies ». De présentation très soignée, cet ouvrage est indispensable à tous ceux qui s'intéressent à la classification des végétaux.

Paul JOVET.

J. B. S. HALDANE. . . **La Science en marche.** Traduit de l'anglais par Gilbert Gratiant. — Un vol. 243 p., Paris, 1952, Presses Universitaires, édit. Prix : 860 francs.

Cet ouvrage rassemble une série de remarquables articles de vulgarisation scientifique portant principalement sur des sujets de biologie végétale et animale, de médecine, d'hygiène ou d'histoire des sciences. Ces articles ont déjà été publiés sous formes de chroniques dans divers journaux britanniques, notamment dans le **Daily Worker.** Tous les sujets traités contiennent, mêlés à un exposé clair et vivant d'une question scientifique et ses incidences sur la vie individuelle ou sociale, une apologie du marxisme et de la science soviétique. L'auteur cherche à démontrer d'une façon constante que la structure sociale marxiste telle qu'elle est réalisée en U.R.S.S. réalise et est seule susceptible de réaliser l'idéal scientiste selon lequel, seul, le progrès scientifique peut amener le progrès matériel et permettre la manifestation complète des valeurs humaines.

G. PETIAU.

HEINZELIN (Jean de). — Sols, paléosols et désertifications anciennes dans le secteur Nord-Oriental du Bassin du Congo. — Un vol. in-4°, 167 pages, 51 figures, 8 planches. **Publication de l'Institut National pour l'Etude agronomique du Congo Belge,** Bruxelles, 1952 (Prix : 250 fr. belges).

Dès l'Introduction de cet ouvrage essentiel, l'auteur indique qu'un sol est le résultat transitoire d'une longue suite d'événements qui traversent les temps géologiques. Les profils dessinés dans les livres n'existent généralement pas sur le terrain. La méconnaissance du facteur temps et l'oubli du cheminement de l'évolution à partir des roches du sous-sol conduisent à des méprises, et on assimile à des profils actuels des horizons fossiles en voie de transformation. La couverture végétale ne peut être comprise que si l'on connaît l'évolution paléogéographique et climatique de la région étudiée.

S'appuyant sur ces excellents principes, l'auteur expose l'évolution du milieu de la zone nord-orientale du Bassin du Congo, publiant de nombreuses coupes commentées et montrant comment certaines régions actuellement recouvertes par la forêt équatoriale ont été des zones désertiques à des époques géologiquement très récentes.

Ceci confirme l'ancienne extension du régime désertique en Afrique et la jeunesse de la plus grande partie de la forêt équatoriale.

R. FURON.

KINELL (P. O.). — A spectrophotometrie study of polymethyl methacrylate (Etude spectrophotométrique du méthacrylate polyméthylique). — Un vol. de 7,5 × 35 de 168 pages. Edit. : Almqvist et Wikoells Bok-tryckeri AB ; Uppsala, 1953.

Travail effectué à l'Institut de Chimie physique de l'Université d'Uppsala et présenté comme thèse de Doctorat ès sciences en novembre 1952.

L'objet essentiel de ces recherches a été l'étude du processus de polymérisation du méthacrylate de méthyle par une méthode spectrophotométrique utilisant le spectrographe de Raman. L'appareil a été entièrement construit par l'auteur et 85 pages du mémoire (chapitre I) sont consacrées à sa description.

Dans le chapitre II sont écrites les méthodes de purification du monomère et de fractionnement des polymères ainsi que celles utilisées pour mesurer le degré de polymérisation et pour caractériser les polymères obtenus par leur degré de viscosité.

Après une brève description de la technique de polymérisation, l'auteur étudie les spectres Raman des différents méthacrylates de méthyle ; monomère, polymère, partiellement polymérisés (chapitre III).

Le chapitre IV est consacré à l'étude dans l'ultra-violet des différents groupes terminaux : détection et mesure, ainsi que celle des nombreuses causes d'erreur qui entrent en jeu.

Diverses mesures dans l'infrarouge sont décrites dans le chapitre V, mesures relatives à des polymères de poids moléculaire élevé et à des polymères de bas poids moléculaire.

De nombreuses références bibliographiques sont groupées à la fin du mémoire, permettant de guider utilement le lecteur dans le choix du mémoire qu'il convient de consulter.

En résumé, importante contribution à l'étude d'un problème fort complexe de physico-chimie ; elle constitue une remarquable mise au point d'une exceptionnelle qualité.

E. CATTELAIN.

LEFSCHETZ (S.). — Contributions to the theory of non linear oscillations. Vol. II. — Annals of Mathematics Studies n° 29. Un vol. 116 p., Princeton University Press, 1952. Prix : $ 1,50.

Cette monographie rassemble une série de mémoires sur la théorie des équations différentielles associées à des phénomènes d'oscillations non linéaires.

Mary L. Cartwrigth (L'équation des oscillations de relaxation de Van der Pol) donne une nouvelle estimation de la période et de l'amplitude de la solution pour k grand et positif de l'équation de Van der Pol,

$$\ddot{x} - k(1 - x^2)\dot{x} + x = 0$$

E. A. Coddington et N. Levinson (Perturbations des systèmes linéaires à coefficients constants possédant des solutions périodiques) étudie l'existence des solutions des systèmes périodiques de la forme $\dot{x} = Ax + \mu + f(x, t, \mu)$ où x est un n-vecteur, A une matrice de constante, μ_n un paramètre petit et f une fonction périodique de t.

H. F. De Baggis (Systèmes dynamiques avec structures stables) donne les conditions nécessaires et suffisantes de la stabilité structurale du système

$$\dot{x} = f(x, y), \quad \dot{y} = g(y, y).$$

S. Lefschetz (Notes sur les équations différentielles) étudie, d'une part, les points critiques du système précédent et, d'autre part, étudie et décrit les solutions de l'équation de Van der Pol.

J. Mc Carthy (Une méthode pour le calcul des cycles limites par approximations successives) examine les systèmes d'équations de la forme

$$\dot{x}_i = f_i(x_1, \ldots, x_n), \quad (i = 1, 2, .., n),$$

H. L. Turrittin (Développement asymptotiques des solutions des systèmes d'équations différentielles linéaires contenant un paramètre) détermine les solutions des systèmes de la forme $\varepsilon^h \dot{X} = A(t, \varepsilon) X$ où h est un entier non négatif, ε un paramètre petit, X un n-vecteur et A une n-matrice dont les termes sont des séries de puissance de ε.

G. PETIAU.

S. LEGHISSA. — Ricerce anatomo-comparative sul sistema longitudinale nella serie dei Vertebrati. II. Constituzione e rapporti del S. L. M. encefalico e spinale in Triton cristatus, taeniatus. Axololt e sua importanza funzionale. — **Comment. Pontificia Acad. Sc.,** 1949, XIII, n° 3, 153-196, 3 fig., 7 pl.

Le S. L. M. des Urodéles représente une voie nerveuse importante et complexe ; il diffère essentiellement de celui des Téléostéens en ce qu'il n'est constitué que d'une unique formation de fibres plus ou moins divisée en faisceaux secondaires et en connexion avec les centres disposés le long de son trajet. Les éléments qui le constituent sont de nature diverse et appartiennent à toutes les catégories de fibres d'association (somatico-motrices, viscero-motrices, ascendantes, descendantes, directes ou croisées).

L'étude des composants du S. L. M. et des associations tant centrifuges que centripètes qu'ils présentent vis-à-vis des divers centres nerveux met en évidence la prépondérance marquée de la fonction réflexe viscéro-motrice sur la fonction réflexe somatico-motrice. Ce système apparaît donc comme la voie réflexe la plus importante du neuraxe.

J. GUIBÉ.

J. LOISEAU. — La mécanique rationnelle dans un espace à quatre dimensions et ses applications. — Préface de R. Thiry. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, n° 270. Un vol. 312 p., Paris, 1952. Service de documentation et d'information technique de l'Aéronautique.

Dans cet ouvrage, M. J. Loiseau développe une théorie géométrique de la mécanique et de l'électromagnétisme que l'on doit qualifier de non orthodoxe. Par suite, malgré son cadre mathématique emprunté aux meilleurs auteurs classiques, le lecteur doit toujours avoir présent à l'esprit que les interprétations des grandeurs mathématiques qui lui sont présentées sont généralement différentes de celles qui sont actuellement admises par les physiciens modernes, et ne constituent que des idées personnelles de l'auteur.

G. PETIAU.

A. MARECHAL. — Imagerie géométrique, aberrations. — Préface de P. Fleury, Editions de la Revue d'Optique, Paris 1952, 224 pages.

Cet ouvrage constitue le premier tome d'un Traité d'Optique instrumentale qui reproduira une part importante de l'enseignement que reçoivent actuellement les élèves de l'Ecole supérieure d'Optique, section importante de l'Institut d'Optique théorique et appliquée.

La première partie du livre rappelle les principes et les résultats fondamentaux de l'Optique géométrique sous une forme élégante et une partie originale, puis vient l'étude de l'approximation de Gauss et des propriétés générales des instruments d'optique, exposé volontairement au minimum indispensable pour une étude sérieuse de l'optique appliquée.

Les aberrations chromatiques, puis géométriques sont traitées dans la seconde partie de l'ouvrage, en se plaçant au double point de vue de la marche des rayons et de la déformation des surfaces d'ondes : suivant les problèmes que pose la pratique, l'une ou l'autre des méthodes est d'un emploi fécond et il est indispensable que l'ingénieur sache utiliser indifféremment les deux techniques. La méthode des chemins optiques est ensuite appliquée à l'étude des variations des aberrations d'excentrement ; on passe enfin à l'étude des systèmes redresseurs, des prismes et des trains de prismes. Un court chapitre sur les propriétés géométriques des réseaux plans ou concaves vient ensuite ; l'ouvrage se termine par une étude de la transposition en optique électronique des méthodes de l'optique classique.

Il est à souhaiter que ce travail rende à tous ceux qui s'intéressent à l'optique instrumentale des services en rapport avec l'effort fait par son auteur pour une présentation nouvelle, claire et substantielle.

M. PARODI.

H. MASSON. — Le calcul graphique à l'usage des ingénieurs. — Eyrolles, Paris, 1952, 135 pages, 65 figures. 950 francs.

Le but de cet ouvrage est de permettre à l'ingénieur ou au technicien de concevoir, calculer et préparer un projet, sans l'aide d'un dessinateur, en faisant appel aux seules connaissances de mathématiques élémentaires.

A cet effet, M. Masson a rassemblé d'une façon ordonnée un certain nombre de constructions géométriques qui peuvent être faites par l'ingénieur lui-même sans un matériel de dessinateur-projeteur ; le livre traite plus particulièrement des objets suivants : sommation graphique, calcul des surfaces, ordonnée moyenne et moments statiques, efforts tranchants et moments fléchissants, intégration graphique, poutres hyperstatiques.

M. PARODI.

A. MOLES. — Physique et technique des bruits. — Préface de M. P. Chavance, Dunod, Paris, 1952, 156 pages.

L'Acoustique a fait l'objet de nombreux ouvrages théoriques et pratiques, mais il existe peu de publications exposant simplement les principes généraux de l'acoustique pratique « vue » par l'ingénieur acousticien et non par le physicien comme le fait remarquer M. P. Chavance dans la préface ; c'est cette lacune que vient combler le livre de M. Moles.

Le premier chapitre est consacré à une définition du bruit et à une classification des divers types ; les méthodes d'étude et la physiologie de l'audition font l'objet des chapitres suivants ; le problème de la lutte contre le bruit et celui de l'insonorisation des immeubles sont traités dans les deux chapitres de cet intéressant ouvrage.

M. PARODI.

N. F. MOTT. — Eléments de mécanique ondulatoire. Adaptation française par Y. Cauchois. — Un vol. 152 p., Paris, 1953, Editions de la « Revue d'Optique ». Prix : 1.000 francs.

Ce petit livre de N. F. Mott donne un exposé très clair des éléments de la mécanique ondulatoire et est susceptible de rendre de grands services aux étudiants en physique et en chimie qui, sans se spécialiser en physique théorique, ont néanmoins besoin de connaître les bases sur lesquelles s'appuient les théories modernes de la constitution de la matière.

Après un court chapitre sur les équations différentielles de la mécanique ondulatoire, M. F. Mott introduit au chapitre II l'équation de Schrödinger et

montre ses applications à quelques phénomènes, tels que l'effet tunnel et la diffusion des faisceaux de particules par les atomes. Le chapitre III examine la description des particules par des paquets d'ondes et introduit le principe de Heisenberg. Le chapitre IV est consacré à l'étude des états stationnaires : rappel de l'ancienne théorie des quanta, quantification de l'oscillateur harmonique et de l'atome d'hydrogène, interprétation et propriétés des fonctions d'ondes, théorie des perturbations, polarisabilité des atomes, effet Stark, effet Zeeman, introduction du spin de l'électron.

Le chapitre V expose quelques résultats relatifs au problème de plusieurs corps en mécanique ondulatoire : atome d'hydrogène, molécules diatomiques, principe d'exclusion et applications, forces interatomiques et formation des molécules, théorie des forces homopolaires, éléments sur la théorie des solides. Le chapitre VI examine quelques conséquences de la notion de probabilités de transition : calcul des éléments de matrices dans l'excitation d'un atome par une particule incidente, émission et absorption du rayonnement, règles de sélection, effet photoélectrique et effet Auger, déviation des électrons par un centre de force. Le chapitre VII donne une vue sommaire sur les développements relativistes de la mécanique ondulatoire et sur quelques unes de ses applications à la physique nucléaire. Une bibliographie d'ouvrages complémentaires et un index complètent ce volume.

G. PETIAU.

PAULI (W.). — Ausgewählte Kapitel aus der Feldquantisierung gehalten an der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich, 1950-51, ansgearbeitet von V. Hochstrasser und M. R. Schafroth. (Chapitres choisis sur la quantification des champs). Un vol. 152 p., Akademische Buchgenossenschaft, Zürich, 1952.

Depuis quelques années la théorie quantique des champs a fait l'objet de très nombreux travaux qui l'ont profondément remaniée. Sous l'impulsion des résultats obtenus par Tomonaga, puis Schwinger, de la découverte de l'effet Lamb-Rotherford, des travaux de Feynman, puis de Dyson, les grandeurs généralement divergentes que l'on désigne sous le nom d'énergies propres et d'effets de polarisation du vide ont été, soit évaluées, soit nettement caractérisées et séparées parmi les différents termes qui s'introduisent dans la représentation mathématique des interactions entre corpuscules et champs. Divers procédés ont été proposés pour éliminer les divergences restant dans la théorie, notamment les renormalisations de masses et de charges, du point de vue formel, les « régulateurs » de M. Pauli, et du point de vue réaliste le champ sonotractif de M. Louis de Broglie et le méson C des auteurs japonais.

Ces nouvelles théories ont introduit un formalisme extrêmement complexe utilisant notamment une analyse approfondie de la représentation mathématique d'un grand nombre de fonctions singulières généralisant la fonction δ de Dirac bien connue. D'autre part, jusqu'ici les résultats très intéressants obtenus dans ces recherches se trouvaient publiés avec des notations très diverses dans les périodiques de physique internationaux, souvent difficilement accessibles, et aucune synthèse n'avait été tentée.

M. W. Pauli nous donne dans ce fascicule, sous la forme de deux importants chapitres extraits d'un cours pour chercheurs, une mise au point remarquable sur la formulation mathématique de la théorie quantique des champs et des interactions entre corpuscules et champs. Les développements des méthodes de Feynman et de Dyson et la théorie formaliste de l'élimination des divergences sont poussés aussi loin que possible eu égard aux difficultés tant d'ordre magnétique que d'ordre conceptuel que l'on rencontre, cet ouvrage rend les plus grands services aux chercheurs s'intéressant aux problèmes fondamentaux de la physique théorique.

G. PETIAU.

H. PIRAUX. — Dictionnaire anglais-français des termes relatifs à l'électrotechnique, l'électronique et aux applications connexes. — Préface de L. Quevron, Eyrolles, Paris, 1952, 296 pages.

Dans cet ouvrage se trouvent rassemblés en répertoire alphabétique les mots, abréviations et expressions nouveaux utilisés dans les publications anglaises et américaines. Le dictionnaire est complété par des tables de conversion des principales unités.

Cette publication sera très utile à tous ceux qui s'intéressent aux sciences de l'électrotechnique et de l'électronique.

M. PARODI.

ETIENNE RABAUD : Le Hasard et la Vie des Espèces. — Bibliothèque de Philosophie Scientifique. — Ernest Flammarion, Paris 1953. — Un vol. in-8° Jésus. 650 francs.

M. RABAUD présente, dans cet ouvrage de lecture agréable et instructive, un nombre considérable de documents pour démontrer que l'explication darwinienne de la sélection naturelle, la lutte pour la vie, est une vue purement anthropomorphique. Les dispositifs d'attaque, de défense, de camouflage, observés chez les êtres vivants n'ont qu'une efficacité relative et ne résistent pas à un examen impartial. La persistance ou la disparition des espèces tient à des raisons tout autres. Tout organisme est en relations d'échanges étroites, permanentes et inéluctables avec les constituants de son milieu, entraînant un mouvement incessant de rupture et de rétablissement d'équilibre. Quand il y a conflit, ce n'est pas le plus apte qui l'emporte mais celui que les circonstances du moment, le hasard, favorisent. Les changements qui se réalisent ainsi n'entraînent en aucune façon un progrès obligatoire. Ils peuvent être aussi bien mauvais que favorables ou indifférents. L'interprétation finaliste de l'évolution est d'ordre purement sentimental.

Une conclusion réconfortante se dégage cependant de l'ouvrage : la guerre n'est pas la règle du monde. Les idéologies qui ont voulu justifier le déchaînement de la violence par des considérations biologiques ont commis une lourde erreur. Si la guerre est la règle des humains, ils n'en sauraient tirer vanité.

Jean VERNE.

RIBAUD (G.). — Constantes thermodynamiques des gaz aux températures élevées. — Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air, n° 266. Un vol. 169 p., Paris 1952, Service de documentation et d'information technique de l'Aéronautique, édit.

Dans cette monographie correspondant à un cours professé à la Sorbonne, M. G. Ribaud a rassemblé les principales données théoriques et numériques nécessaires à la résolution des problèmes de la thermodynamique des gaz aux températures élevées.

Dans une première partie, M. Ribaut expose d'une façon claire et précise la théorie moderne du calcul des chaleurs spécifiques des molécules, et notamment la façon dont interviennent dans ce calcul les diverses contributions des différentes formes de l'énergie moléculaire : énergie de rotation, énergie de vibration, énergie des électrons du cortège. Cette théorie est appliquée à des exemples concrets de calcul et de mesure des constantes thermodynamiques d'un gaz (calcul de l'entropie des molécules diatomiques et polyatomiques, mesure de l'entropie d'une molécule, calcul de l'énergie interne et de l'enthalpie libre).

La seconde partie rassemble une importante série de tableaux de données thermodynamiques relatives aux gaz diatomiques et polyatomiques non organiques, aux gaz monoatomiques et aux radicaux, aux carbures saturés et non saturés et à des composés organiques divers.

G. PETIAU.

ROMANOVSKY (V.) et CAILLEUX (A.). — La glace et les glaciers. — Un vol. in-16, 120 pages, 20 figures. **Collection Que sais-je ?**, Paris, 1953, Presses Univ., édit.

La première partie du livre est consacrée à l'étude de la Glace sous ses divers aspects : structure, propriétés physiques et mécaniques, méthodes d'études, la glace dans l'atmosphère, la glace des lacs et des fleuves, la glace marine ou banquise, les icebergs, la glace industrielle.

Dans la seconde partie, le lecteur, ayant appris ce qu'est la glace, est initié à l'étude des glaciers : neige, névés, glaces, mouvement, oscillation des fronts, dimensions et classification, distinction entre les inlandsis et les glaciers de montagne, extension et répartition géographique. Ensuite, les auteurs montrent comment l'accumulation des glaces sur les inlandsis provoque l'abaissement du niveau des océans, puis ce qu'est le climat périglaciaire, l'érosion et la sédimentation glaciaires. Les études géologiques ont montré une répartition particulière des glaciers dans le temps et dans l'espace, l'existence de véritables périodes glaciaires, dont on continue à ignorer le mécanisme et les causes.

Sous un très petit volume, les auteurs ont réussi à traiter tout le sujet en attirant de plus notre attention sur les singulières propriétés de la roche appelée glace.

R. FURON.

J. ROULLEAU et R. TROCHON. — Météorologie générale. — Tome I : structure verticale de l'atmosphère ; l'atmosphère et les phénomènes de rayonnement. Gauthier-Villars, Paris, 1952, 150 pages, 46 figures.

M. A. Viaut, Directeur de la Météorologie Nationale, a pensé que le moment était venu de rassembler l'énorme documentation recueillie dans ces dernières décades, tant en France qu'à l'Etranger, sur les questions météorologiques, dans une série de monographies qui formeront dans leur ensemble un traité complet de Météorologie. Cette collection constituera pratiquement la continuation modernisée des cours célèbres de M. Angot.

Le volume que MM. Roulleau et Trochon ont consacré à la structure verticale de l'atmosphère et aux phénomènes de rayonnement est le premier de cette collection, et l'on peut dire que la clarté des exposés et l'abondance de la documentation doivent assurer un succès complet à cette mise au point météorologique.

L'ouvrage contient une multitude de données précises sur l'atmosphère terrestre, sur la température de l'air et sur les variations de la pression atmosphérique, rassemblées dans les deux premiers chapitres. Les constituants variables de l'atmosphère, vapeur d'eau, ozone, acide carbonique, poussières sont étudiés au chapitre III.

Le chapitre IV est consacré aux rayonnements solaire, terrestre et atmosphérique, tandis que dans le chapitre V les auteurs étudient les relations entre le rayonnement effectif et la température.

Une bibliograhie assez étendue complète le travail en donnant au lecteur les moyens d'approfondir éventuellement une documentation déjà assez précise et assez claire pour se suffire à elle-même.

M. PARODI.

ROSSIER (Paul). — Géographie mathématique. — 1 vol. in-16, 200 pages, 49 figures. Paris, SEDES, éditeur (Collection « Esprit et Méthode »), 1953. (Prix : 600 francs).

Discipline aux aspects très variés, la géographie requiert, pour être utilement étudiée, la connaissance de nombreuses branches des sciences et

des techniques. Ainsi la géographie physique, qui envisage la description détaillée du globe terrestre, fait-elle concurremment appel à la géométrie pratique et à la théorie de surfaces, à l'optique et à la théorie de la gravitation et de l'attraction, à la géologie et à la physique du globe. Groupés dès le XVIIIe siècle en un corps de doctrine désigné par S. F. Lacroix sous le nom de « géographie mathématique », d'importants chapitres des mathématiques et de la physique doivent être connus de quiconque désire entreprendre une étude sérieuse de la géographie physique.

Le traité classique publié par Bouasse en 1919 conserve certes une partie de son importance, mais il est d'un abord assez difficile pour le lecteur qui n'a pas reçu une sérieuse culture mathématique de base et certaines des méthodes modernes de mesure n'y sont pas décrites. Aussi l'ouvrage, plus réduit mais beaucoup plus accessible, publié par P. Rossier dans la Collection « Esprit et Méthode » rendra-t-il de grands services, tant aux étudiants et aux professeurs de géographie, qu'aux étudiants de mathématiques et de physique et à tous ceux qui s'intéressent aux « études qui se situent à la jonction naturelle de plusieurs courants d'idées ». Après avoir donné quelques notions sur le mouvement de la terre, l'auteur entreprend l'étude des coordonnées géographiques, et de la détermination des altitudes géométriques. Après un chapitre consacré à la géodésie géométrique, l'étude de la gravitation et de la pesanteur le conduit à la géodésie dynamique. Il passe ensuite à l'étude des mappemondes et des cartes et conclut par une esquisse historique des progrès de la géographie mathématique. Une table analytique et un index explicatif des termes techniques terminent cet ouvrage digne par son intérêt, sa clarté et sa précision de la Collection « Esprit et Méthode ».

R. TATON.

M. SALA. — Ricerche sul potere regolativo del sistema nervoso degli Anfibi Anuri. — Comment. Pontificia Acad. Sc., 1950, XIV, n° 2, 97-135, 2 fig., 6 pl.

La mise en contact de diverses parties du système nerveux d'embryons de **Rana esculenta** au moyen de greffes permet de définir certaines caractéristiques du pouvoir régulateur de ce système : la plus grande facilité d'union entre les parties homologues ; la spécification des nerfs craniens, ainsi qu'il ressort de l'absence de régulation ou d'attraction par d'autres parties du système nerveux ; le haut pouvoir régulateur offert par les nerfs et les ganglions spinaux mis en évidence par les phénomènes de suppléance ; l'attraction entre un organe et ses fibres d'innervation (tissu musculaire par exemple), ces dernières réagissent à des influences qui ne paraissent pas seulement d'origine mécanique.

J. GUIBÉ.

TERMIER (H. et G.). — Initiation à la Paléontologie. — 2 volumes in-16, 224 + 224 pages, 22 + 28 planches dans le texte. Paris, 1952, Armand Colin, édit. Prix : 260 fr. le volume.

Cet ouvrage de 450 pages offre un intérêt particulier pour le lecteur non paléontologiste : écrit par des spécialistes réputés, il laisse de côté une partie de la systématique, et montre avec beaucoup de clarté les liaisons entre les groupes qui apparaîssent successivement au cours des temps géologiques.

Le tome 1 commence par un excellent chapitre sur l'Evolution. La suite est consacrée à l'étude des Protistes et des Invertébrés (à l'exception des Mollusques), tandis que le tome 2 est réservé aux Mollusques, aux Vertébrés et aux Végétaux.

L'ensemble des lecteurs, paléontologistes ou non, prendra un extrême plaisir à la lecture d'un livre écrit très clairement, s'appuyant sur les découvertes les plus récentes, choisissant des comparaisons et des exemples heureux, enfin fort bien illustré.

R. FURON.

Docteur Léon VANNIER. — La Typologie et ses applications thérapeutiques. Première partie. Généralités et constitutions. 3e édition, revue et corrigée. Un in-8 de 176 p., avec 46 fig. G. Doin, 1952. Prix : 950 francs.

L'auteur de ce livre préside le Centre homœopathique de France et anime les Congrès organisés par ce Centre chaque année au mois de mai. Ses livres sont nombreux et se rééditent régulièrement. Une partie très remarquée de son œuvre a pour objet le traitement homœopathique des cancériniques et des tuberculiniques, exposé dans deux volumes récents.

Celui dont je donne ici un bref compte rendu est particulièrement accessible au profane, car il est étroitement lié à la doctrine sur laquelle l'auteur fait reposer ses méthodes thérapeutiques, en tenant compte des facteurs d'évolution de l'être humain et en évitant d'ignorer l'individu, de faire table rase de ces multiples caractères ethniques et personnels, qui souvent, par des lois de corrélation, viennent révéler diverses aptitudes morbides. L'hérédité a ici un rôle qui intervient lorsqu'on examine les divers genres de **constitutions :** on les dénomme **carboniques, phosphoriques, fluoriques,** suivant la teneur de la substance osseuse en carbonate, phosphate, fluorure de calcium. La connaissance de la constitution qui ne change jamais et qui emprunte aux ascendances livre a priori beaucoup d'aspects du comportement général du sujet. Sur la **constitution** comme support, s'établit le **tempérament,** variable entre certaines limites et qui donne une notion des possibilités de l'individu. C'est sur ce dernier qu'une thérapeutique convenable aura prise ; les éléments en sont exposés dans la dernière partie du volume.

Sur le même sujet un second volume : les tempéraments, prototypes et métatypes sera publié dans quelques mois.

G. BOULIGAND.

P. BUCHNER. — **Problème historique de l'endosymbiose chez les Insectes.** — Dans certains groupes (Blattes notamment) la Symbiose est un phénomène très ancien, qui présente un aspect uniforme chez les représentants actuellement vivants. Dans d'autres groupes (Hétéroptères, Cérambycides, Curculionidés) la symbiose est polyphylétique, et peut être fort variable d'un genre ou d'une espèce à l'autre. Evolution de la Symbiose chez les Insectes polysymbiontiques, où les différentes espèces de Symbiontes présentent une rigoureuse hiérarchie, en fonction de l'ancienneté de leur association avec l'insecte-hôte. Reconstitution des acquisitions successives de Symbiontes et rapports avec la phylogénèse des Insectes.

A. KOCH. — **Résultats récents dans le domaine des recherches expérimentales sur la Symbiose.** — Extension considérable prise par ces recherches au cours des vingt dernières années. Rappel des résultats obtenus par l'étude des Insectes artificiellement privés de leurs Symbiontes. Les cultures de micro-organismes symbiotiques, et les indications qu'elles fournissent, particulièrement dan le cas des Symbiontes spécialisés de la Cochenille **Pseudococcus** (Travaux tout récents de Finks). Facteurs de croissance fournis aux Insectes par leurs Symbiontes et mis en évidence dans les cultures de ces dernier.

G. FRAENKEL. — **Le rôle des Symbiontes comme sources de vitamines et de facteurs de croissance pour leurs insectes-hôtes.** — La plupart des Insectes pourvus de Symbiontes ont besoin de 7 à 9 vitamines du complexe B et de 10 acides aminés pour leur croissance normale ; ces Insectes vivent fréquemment se nourrissant de substances pauvres en vitamines. On a pu démontrer pour un certain nombre d'espèces que les Symbiontes interviennent dans la nutrition de leurs hôtes en fournissant les vitamines dans la nourriture.

J. CARAYON.

Revues Générales en langue Française

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE BRUXELLES, 26 mars 1953.

V. THEBAULT : Sur la géométrie du tétraèdre. — **R. H. GERMAY** : Application de la méthode des fonctions majorantes à l'étude de certains systèmes d'équations intégro-différentielles récurrentes. — **P. HUMBERT** : A propos des fonctions de Bessel à deux variables. — **N. K. CHAKRABARTY** : Sur le calcul symbolique à deux variables. — **C. MANNEBACK et A. RAHMAN** : Potential function for the out of the plane vibrations of C_2H_3Br and its seven deuterated substitutes and the effect of anharmonicity on the calculation.

ARCHIVES DES SCIENCES (Genève), vol. 6, fasc. 1.

A. PETERMANN : Divergence de la théorie de la perturbation.

ATOMES, n° 87, juin 1953.

P. A. JACQUET : Le polissage électrolytique des métaux. — **R. LENCEMENT** : Le cinéma en relief. — **A. BOYDEN** : Les relations sanguines entre animaux. — **Dr R. POUTIERS** : La lutte contre les Hannetons. - Un tensiomètre électronique.

ENDEAVOUR, vol. XII, n° 46, 1953.

L'Archéologie, champ de coopération scientifique. — **J. W. CORNFORTH** : Les traceurs en biosynthèse. — **E. N. da C. ANDRADE** : Une collection Newton. — **W. O. JAMES** : Les alcaloïdes dans les plantes. — **M. VACHON** : Quelqes aspects de la biologie des Scorpions. — **A. KATCHALSKY** : Les polyélectrolytes. — **A. G. MADDOCK** : L'effet Szilard-Chalmers. — **WILMA GEORGE** : Quelques réactions animales aux variations de température.

LA NATURE, n° 3218, juin 1953.

F. LOT : Le port de Gennevilliers. — **J. C. FILLOUX** : Les processus d'apprentissage chez les animaux - Silence dans le train. — **A. GLORY** : Gravures ruprestres du Haut-Atlas. — **R. CLAUSSE** : L'Atmosphère, domaine de la Météorologie. — **F. FOURNIER** : La Vitamine C, facteur antiscorbutique. — **P. WAGRET** : Un chef-d'œuvre de restauration : les boiseries sculptées du Moutier-d'Ahun.

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — 2215 - 7-53.
Dépôt légal 3e trimestre 1953 : n° 5410. Le Gérant : R. CONSTANS.